

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

**HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVOU VODOU V PODNIKU
MSA, a.s. DOLNÍ BENEŠOV**

Bakalářská práce

Autor:

Radim Heiduk

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Thomas, Ph.D

Ostrava 2009

Prohlášení

- Celou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu. Příloha č. 1 – Stavební výkres dešťové zdrže mi byl poskytnut ekologem a vodohospodářem výše zmiňovaného podniku, Ing. Annou Vitáskovou.
- Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 23. 4. 2009

Radim Heiduk

.....

ANOTACE

Bakalářská práce se nazývá: Hospodaření se srážkovou vodou v podniku MSA, a.s. Dolní Benešov.

Teoretická část se věnuje hospodařením s vodou ve smyslu odběru, úpravy a zásobováním. Dále řeší požadavky na jakost a množství vody. Zmíněna je zde i legislativa v oblasti srážkových vod. Teoretická část je ukončena kapitolou - hospodaření se srážkovou vodou, která obsahuje např.: znečištění srážkových vod a propočet velikosti zařízení na akumulaci srážkové vody.

Praktická část se zaměřuje na konkrétní problematiku a popisuje stávající stav podniku, přehled o zisku vody, potřebě vody, porovnání vzorků vody z dešťové zdrže s platnou normou. Nejdůležitější a zároveň poslední krok této bakalářské práce je výběr zařízení, návrh tří variant řešení a jejich zhodnocení.

SUMMARY

Bachelor work is called: Rain water management in the enterprise MSA, plc Dolni Benesov.

The theoretical part is about how to manage with water: taking, adjustment, to supply. Further is this theoretical part about the quality and quantity of the water. There is also something said about legislature in the district of the rain water. The theoretical part is finished with the chapter management with the rain water, witch contains for example: contaminating of the rain water and calculating the size of the arrangement of the rain water.

The practical part is about concrete problems and describes the state of the enterprise, survey about the profit from the water, need of the water, comparing the water samples from the rain reservoir with valid norm. The most important and also the last chapter of this bachelor is the arrangement selection, proposal of the three variants and their evaluation.

Klíčová slova

- Hospodaření s vodou,
- dešťová voda,
- jímka,
- průmyslový podnik.

Keywords

- Water management,
- rain water,
- reservoir,
- industrial enterprise.

Obsah:

1	ÚVOD	1
1.1	Základní poznatky o vodě	1
1.2	Koloběh vody v přírodě	1
2	HOSPODAŘENÍ S VODOU	2
2.1	Thesaurus základních pojmů	2
2.2	Vodní zdroje	4
2.3	Odběr vody	6
2.4	Základní způsoby úpravy vody	7
2.5	Zásobování závodů vodou	8
3	CHARAKTERISTIKA VODY	11
3.1	Jakost vody	11
3.2	Požadavky na množství vody	13
4	LEGISLATIVA V OBLASTI SRÁŽKOVÉ VODY	14
4.1	Vymezení pojmů	15
4.2	Povolení - Nakládání s vodami	15
4.3	Vypouštění odpadních vod	16
4.4	Závěr	17
5	HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVOU VODOU	18
5.1	Srážková voda	18
5.2	Dešťové odpadní vody	19
5.3	Využití a požadavky na kvalitu dešťové vody	23
5.4	Propočet velikosti zařízení	29
5.5	Seznam firem poskytující jímky na dešťovou vodu	31
6	STÁVAJÍCÍ STAV MSA, a.s. DOLNÍ BENEŠOV	32
6.1	Popis území	32
6.2	Technický popis stokové sítě	34
6.3	Spotřeba vody	35
6.4	Způsob řešení oddělení dešťových vod	37
7	HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVOU VODOU V MSA, a.s.	38
7.1	Zisk dešťové vody	38
7.2	Potřeba vody za rok 2008 pro Těžkou výrobní halu	40
7.3	Porovnání vzorků vody z dešťové zdrže s Nařízením vlády	45
8	PŘEHLED PRODUKTŮ POTŘEBNÝCH K NÁVRHU ŘEŠENÍ	48
8.1	Zásobníky	48
8.2	Pískové filtry	48
8.3	Desinfekce	49
8.4	Ostatní vybrané produkty	49
9	NÁVRHY	51
9.1	Varianta A - se zemním zásobníkem	51
9.2	Varianta B - bez zásobníku	53
9.3	Varianta C - věžový vodojem	54
10	ZHODNOCENÍ VARIANT	54
11	ZÁVĚR	55
12	ZDROJE	56
	SEZNAMY OBRÁZKŮ, TABULEK, GRAFŮ A PŘÍLOH	58

Seznam zkratek

a.s.- akciová společnost,

aj. – a jiné,

apod. – a podobně,

atd. – a tak dále,

AT stanice – automatická tlaková stanice,

č. – číslo,

ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav,

ČOV – čistírna odpadních vod,

dávkov. stanice – dávkovací stanice,

DZ – dešťová zdrž,

HPV – hladina podzemní vody,

mj. – mimo jiné,

MSA – Moravsko - slezské armatury,

např. – například,

obr. – obrázek,

odst. – odstavec,

PE – polyethylen,

pH- reakce vody,

písm. – písmeno,

prac. – pracovní,

příp. – případně,

PVC – polyvinylchlorid,

Sb. – sbírky,

SmVaK – Severomoravské vodovody a kanalizace,

tab. – tabulka,

TI – tepelná izolace,

TVH – Těžká výrobní hala,

tzn. – to znamená,

tzv. – tak zvaný,

VH – vodní hospodářství,

ŽB – železobeton.

1 ÚVOD

Strojírenský průmyslový podnik MSA, a.s. Dolní Benešov je hlavně znám svou výrobou armatur. V areálu se mj. nachází ČOV, sloužící pro tento závod. Nová část podniku má vybudovanou oddílnou kanalizaci, odvádějící srážky do dešťové zdrže. O využití vody z této zdrže bude pojednávat následující práce.

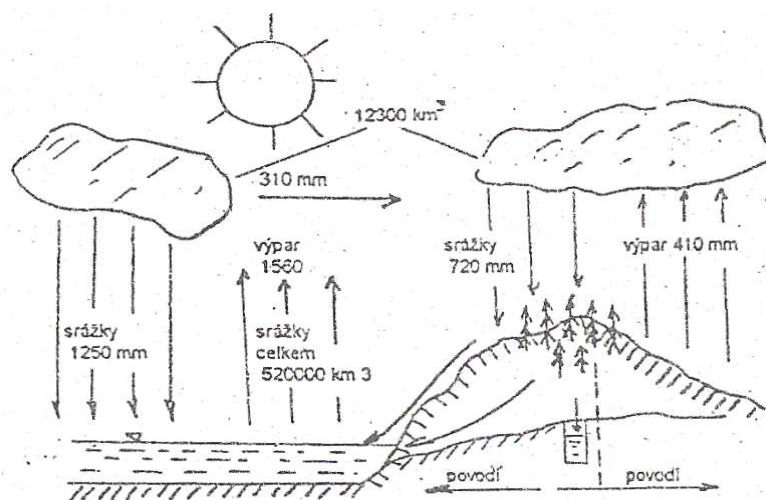
1.1 Základní poznatky o vodě

Voda je nejrozšířenější látkou na zemi. Pokrývá 71 % zemského povrchu a její množství v oceánech, mořích, jezerech a řekách jakož i pod zemským povrchem se odhaduje na $1,5 \cdot 10^9 \text{ km}^3$. Vyskytuje se ve všech třech skupenstvích: v pevném (ledovce, led, sníh apod.), kapalném (voda moří, řek, jezer atd.) i plynném (vodní páry v ovzduší nad zemským povrchem). Voda, která se pohybuje působením záření v uzavřeném cyklu, se označuje jako voda sladká. [1]

ČR je svou polohou a ostatními podmínkami odkázána jen na vodu z atmosférických srážek, které spadnou na její území. Tyto podmínky vytvářejí specifický režim. V pramenových oblastech se vyskytují poměrně vydatné srážky, zatímco dolní část povodí hlavně ve vegetačním období jich má nedostatek. [2]

1.2 Koloběh vody v přírodě

Podmínkou vyrovnaného stavu vody v přírodě je její oběh (hydrologický cyklus) – nepřetržitý uzavřený proces vodní cirkulace na zemské kouli. Hnací silou tohoto oběhu je sluneční záření a zemská gravitace. V reprodukčním procesu nedochází k fyzické spotřebě vody, ale k tzv. ekonomické spotřebě (ke změně jejích vlastností). I když se použije mnohokrát, její množství se tím nesnižuje.



Obr.1 - Koloběh vody v přírodě

[1]

2 HOSPODAŘENÍ S VODOU

2.1 Thesaurus základních pojmů používaných v oboru vodního hospodářství

Hospodaření s vodou – lze definovat jako souhrn činností, usměrňujících režim povrchových, půdních a podzemních vod, a to většinou se záměrem využívání užitečných vlastností vody a uspokojování kvantitativních i kvalitativních požadavků na vodu (viz blízký výraz zásobování vodou a manipulace s vodou).

Vodní bilance

- a) Hydrologická bilance – porovnává přírůstky a úbytky vody a změny vodních zásob povodí, území nebo vodního útvaru za daný časový interval.
- b) Vodohospodářská bilance – porovnává požadavky na odběry povrchové a podzemní vody a vypouštění odpadních vod s využitelnou kapacitou vodních zdrojů z hledisek množství a jakosti vody a jejich ekologického stavu.

Nakládání s vodami – zahrnuje užívání, vzdouvání a akumulování vod vodními díly, využívání vodního prostředí jako recipientů pro vypouštění použitých vod a jiné činnosti, jež ovlivňují vodní poměry. Mezi jiné činnosti patří např. činnosti v zemědělství (meliorace), ochrany půdy proti vodní erozi a další.

- a) nakládání s vodou v korytě, při které nedochází k výrazné spotřebě vody:
 - osobní a nákladní dopravy, - využití vody pro výrobu energie, akumulace vody, - hromadné rekreace a provozování vodních sportů, - využití vody k likvidaci a odvádění znečištění, - regulování hladiny v korytě (potřebná úroveň podzemních vod), - rybné hospodářství a chov vodní drůbeže, - využití vodních ploch v rámci urbanistické tvorby, - tzv. obecné užívání vody (praní, mytí, individuální koupání, ...)
- b) nakládání s vodou mimo koryto, při kterém menší nebo větší část vody se spotřebovává, např. zásobování:
 - obyvatelstva pitnou vodou, - průmyslu, - zemědělství apod.

Užívání vody – představuje veškeré způsoby použití vody z vodních zdrojů k uspokojování potřeb obyvatelstva, zemědělství, průmyslu, energetiky, i pro další hospodářské a jiné účely.

Vodní zdroj – v určitém regionu *obecně* představuje zásobu povrchových a podzemních vod včetně jiných vodních útvarů území.

Zásoba vody – je množství akumulované vody (v přírodních nebo umělých jezerech, nádržích, cisternách, jezových zdržích apod.), jež je v daném okamžiku k dispozici pro použití k různým účelům.

Potřeba vody – v úzkém kvantitativním slova smyslu je množství vody vyhovující (žádané) jakosti, jež je potřebné ke splnění stanoveného účelu bez ohledu na druh vodního zdroje. Zahrnuje všechny druhy ztrát.

Spotřeba vody – je množství vody, které se podle druhu použití (viz nakládání s vodou mimo koryto) trvale ztrácí z místního oběhu vody; v místním měřítku (regionu) prostoru a času je tato část použité vody dlouhodobě vytěsněna z hydrologického cyklu (nevypouští se zpět do recipientu).

Vypouštění (odpad) vody – je množství vody, které se aktivně zúčastní v procesu užívání vody a vrací se zpět od spotřebitele (vratný odtok) do recipientu.

Odběr vody – je množství vody odebírané z vodního zdroje za jednotku času. Odebírání vody = jímání vody + odběrné zařízení (jímací zařízení nebo jímadlo).

Ztráta vody – vyjadřuje část celkového odebraného (nebo akumulovaného) množství vody, která se ztrácí nebo spotřebuje během dopravy, akumulace nebo úpravy (průsak, výpar, rozstřik aj.).

Zvláštní pozornost je třeba věnovat názvosloví VH ve vztahu k průmyslovým vodohospodářským systémům, podle kterého se rozumí:

surová voda - voda určená k úpravě,

upravená voda – voda po úpravě na požadovanou jakost,

užitková voda – voda hygienicky nezávadná, která není určena k pití ani vaření,

provozní voda – voda pro různé provozní účely, jejíž jakost odpovídá příslušnému způsobu použití. Podle ČSN 83 0601 je definována jako veškerá voda potřebná při daném výrobním (technologickém) procesu, voda splachová (pro mytí, pro

hydraulickou dopravu apod.). Za provozní vodu se nepovažuje voda určená pro přímý pohon vodních motorů,

výrobní voda – voda, která se při výrobním procesu stává součástí výrobku,

odpadní voda – voda odváděná kanalizací nebo vypouštěná do recipientu, jejíž vlastnosti (složení, teplota atd.) byly následkem lidské činnosti zhoršeny,

cirkulace vody – vyjadřuje proces pro opětovné použití vody (synonyma: násobné, opětovné použití vody),

vratná voda – voda využitá ve výrobním procesu a vrácená do oběhového (cirkulačního) systému pro opětovné použití jako voda oběhová,

průtočné vodní hospodářství – systém, při němž se provozní voda po jednorázovém použití a splnění funkce vypouští do kanalizace nebo recipientu jako voda odpadní,

postupné nebo kaskádové vodní hospodářství - systém, při němž se provozní voda po splnění své funkce v určitém provozu upraví (lze i bez úpravy) a použije v jiném výrobním provozu,

cirkulační nebo oběhové vodní hospodářství - systém, při němž se provozní voda po splnění funkce v určitém provozu znovu po úpravě (chlazení, čištění) vrací pro použití v téže provozu,

opětovné použití vody – obecný termín pro všechny způsoby použití vody, které proběhnou více než jedenkrát (synonyma: násobné, opětovné),

přímé opětovné použití vody – voda po použití v jedné výrobní operaci je znovu (opětovně) použita bez prostřednictví recipientu,

nepřímé opětovné použití vody – opětovné použití se děje prostřednictvím recipientu (např. odběratel ležící níže na vodním toku opětovně využívá odpadní vodu vypuštěnou do toku výše ležícím odběratelem). [2]

2.2 Vodní zdroje

Podzemní a povrchové vody daného území, které se využívají, nebo mohou být využívány v národním hospodářství a pro obyvatelstvo.

Pro zásobování obyvatelstva pitnou a užitkovou vodou má dnes největší význam sladká voda. Za hlavní zdroje z hlediska dostupnosti je možno pokládat:

2.2.1 Atmosférické (srážkové) vody

2.2.2 Podpovrchové vody

- a) podzemní a jeskynní jezírka
- b) podzemní toky
- c) skalní a půdní vody

2.2.3 Povrchové vody

- a) stojaté vody - jezera, rybníky, drobné vody, močály, slatiny, rybníčky, rašeliniště;
- b) tekoucí vody - prameny a studánky, bystřiny (horní toky řek), potoky a řeky (střední toky řek) v nížinách, veletoky (dolní toky řek);

add 2.2.1 Atmosférická voda

Voda je stálou součástí atmosféry, kde se vyskytuje ve formě par (vlhkost ovzduší), kapek nebo zrněk a krystalků tvořících oblaka atmosférických srážek. Srážky mohou být kapalné (déšť, rosa, mlha) nebo tuhé (sníh, jinovatka).

Podle místa vzniku a způsobu spadu rozeznáváme:

- **horizontální srážky**, tvoří se kondenzací vodních par přímo na povrchu země, na rostlinstvu nebo na předmětech (rosa, mlha, jinovatka apod.)
- **vertikální srážky**, které se tvoří ve vyšších vrstvách atmosféry a padají k zemi ve formě kapalné (déšť) nebo tuhé (sníh).

Atmosférická voda je nejčistším druhem vody, avšak přechodem vrstvou ovzduší se znečišťuje. Rozpouští se v ní plyny, které jsou základními složkami vzduchu, i plyny, které se do ovzduší dostanou jako emise.

Srážky se udávají v mm, tj. výška spádu za určitou dobu. Tedy např. při srážkách 10 mm za den spadne na 1 m² plochy $10 \cdot 10^{-3} = 0,01 \text{ m}^3 = 10 \text{ litrů/den}$.

[1]

2.3 Odběr vody

Pod pojmem odběr vody lze obecně chápat tři odlišné kategorie, tj.:

2.3.1 Jímání vody ze zdroje (odběr vody jako vodohospodářská činnost)

Odběry podle zdroje vody:

- a) z povrchových zdrojů vody přirozených (vodní toky, jezera) a antropogenních (nádrže, jezové zdrže),
- b) z podzemních zdrojů vody (prameny, vývěry, studně, štěrkoviska).

Odběry podle charakteristiky odběrných skupin:

- a) vodárenské pro zásobení pitnou vodou,
- b) pro zemědělství a lesnictví,
- c) pro průmysl a energetiku,
- d) pro infrastrukturu, služby a ostatní účely.

Každá skupina má specifické požadavky na množství, jakost a zabezpečení dodávky vody. Z toho vyplývají především nároky na umělou akumulaci (pomocí vodních děl) a různé technologické úpravy vody.

2.3.2 Odběr vody z hlediska množství a času

Odebírání množství je třeba posuzovat z hlediska dlouhodobého i krátkodobého.

Dlouhodobý odběr:

- a) celoroční,
- b) sezónní či kampaňovitý (např. provoz cukrovarů, doplňková závlaha)

Krátkodobý odběr:

- a) nepřerušovaný či průběžný,
- b) přerušovaný (provoz směn, dny pracovního klidu, požadavky technologie, nedostatek vody).

2.3.3 Odběr vody jako stavební zařízení

Synonymem pro odběr vody jsou zařízení ve smyslu technických stavebních objektů. Odběrná zařízení slouží k odebírání povrchové nebo podzemní vody, kde jsou označována jako jímací zařízení nebo jímadla.

Konstrukční řešení odběrných objektů se liší podle toho, zda jde o odběr z vodního toku nebo z nádrže. Řešení ovlivňují poměry hydraulické, topografické a výrobně ekonomické. [2]

2.4 Základní způsoby úpravy vody

Úprava vody je soubor zařízení a technologie, které slouží dosažení požadované jakosti vody. Výchozím stavem je jakost vody, kterou upravujeme a účel, ke kterému má voda sloužit. Požadavky na úpravu pro jednotlivé druhy vod jsou podle účelu použití různé.

2.4.1 Úprava pitné vody

Spočívá v těchto základních úkonech:

a) u vody pramenité

- odstranění Fe a Mn,
- změkčení (odstranění Ca a Mg), pokud tvrdost převyšuje $MH = 5 \text{ mmol.l}^{-1}$,
- odstranění nečistot, které zavinují korozi nebo zápach,
- desinfekci.

b) u vody povrchové

- odstranění hrubých nečistot a suspendovaných látek, zákalu příp. koloidních látek,
- vyčištění vody od senzorického znečištění,
- odstranění organických látek (je-li vysoká $CHSK_{Mn}$),
- měkčení, pokud je nutné,
- odstranění korozivních účinků,
- desinfekce.

Teplota pitné vody má být 8 – 12 °C.

2.4.2 Úprava provozní vody v průmyslu

Provozní voda slouží k zajištění potřeb v daném výrobním procesu, tzn. nutná v určitém technologickém pochodu, příp. sem patří také voda pro sociální účely, koupání pracovníků. U poslední musí být kromě všeobecných požadavků splněny také hygienické předpisy, takže jakost provozní vody pro tento účel se blíží jakosti pitné vody.

[1]

2.5 **Zásobování závodů vodou**

Průmyslové závody potřebují vodu pitnou a provozní. Ve většině případů jde tedy o dva okruhy zásobování vodou.

2.5.1 Zásobování pitnou vodou

Pitná voda se dodává z vodárenských soustav:

- **nadřazená soustava** – doprava vody ze zdrojů do hlavních vodojemů; sem patří úpravny vody a čerpací stanice,
- **místní soustavy** – slouží k distribuci vody z hlavních vodojemů ke spotřebitelům. Sem patří místní vodojemy, čerpací stanice a místní rozvodné sítě.

➤ *Rozvody pitné vody v průmyslových závodech*

Jsou jako zvláštní vodovodní řady. Na vstupu jsou instalovány vodoměry. Rozvody jsou zemní i nadzemní (na nosných konstrukcích). Nadzemní musí být chráněny izolací proti zamrznutí.

➤ *Užití vody*

- a) pro jídelny, pití, výjimečně pro koupele
- b) pro zvláštní technické účely, kdy se vyžaduje čistota vody

2.5.2 Zásobování provozní vodou

Tato voda se v průmyslových závodech používá pro technologické účely. Velké závody mají vlastní přívod z vodního zdroje (řeky, přehradní nádrže). Na jakost jsou kladeny nižší požadavky než na pitnou vodu.

2.5.3 Systémy zásobování vodou

V systému zásobování vodou uvnitř závodů je koncepce určována těmito skutečnostmi:

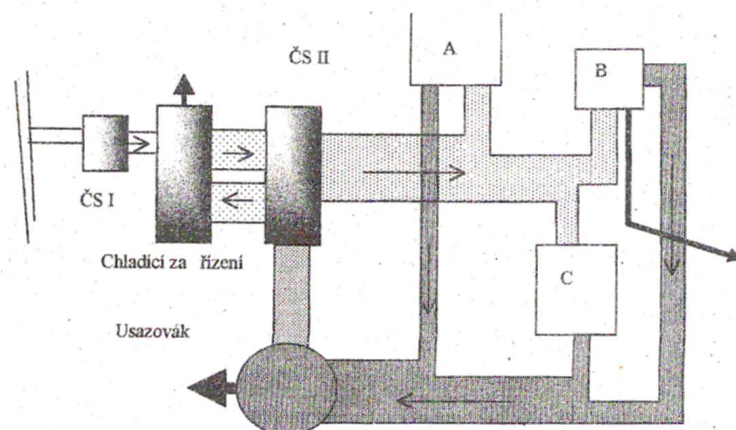
- a) celková potřeba vody a dílčí potřeby pro jednotlivé technologické úseky,
- b) potřebná jakost vody,
- c) možnosti odběru vody z vodních zdrojů,
- d) znečištění odpadních vod, možnosti jejich regenerace a podmínky pro vypouštění vody do recipientu.

Podle způsobu zásobování vodou uvnitř závodů rozlišujeme tyto systémy:

- a) cirkulační
- b) průtočný
- c) postupný

add a) cirkulační způsob zásobování

Použití: velká potřeba vody, možnosti odběru z vodních zdrojů jsou omezené a odpadní voda nevyžaduje nákladnou úpravu.



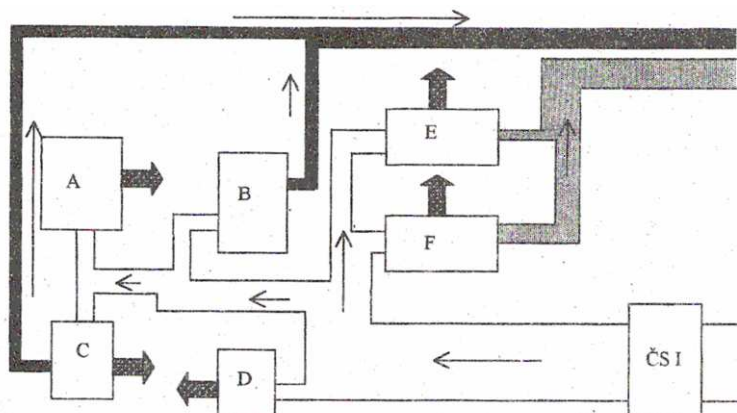
Obr. 2 - Cirkulační způsob zásobování vodou

ČS I, ČS II – čerpací stanice; A, B, C – provozy

Do systému se přivádí pouze přídatná voda na pokrytí ztrát v oběhu vody z vodního zdroje čerpací stanicí ČS I, zpravidla do jímky chladicí věže oběhu. Čerpací stanicí druhého stupně ČS II se voda čerpá do jednotlivých technologických celků A, B, C. Úprava vody spočívá v odstranění mechanických nečistot v usazováku a ochlazení v chladícím zařízení.

add b) **průtočný způsob zásobování**

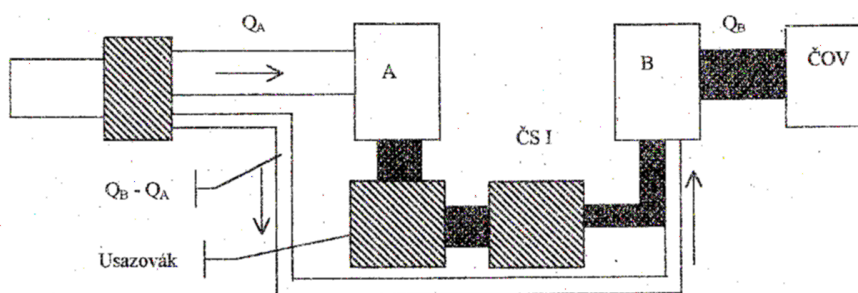
Použití: menší potřeba vody, nebo kde má závod možnost odebírat vodu z bohatých vodních zdrojů (což je v našich podmínkách výjimečné).



Obr. 3 - Průtočný systém zásobování vodou

Systém spočívá v tom, že se voda čerpá z vodního zdroje čerpací stanicí přímo k jednotlivým technologickým úsekům a z každého po náležité úpravě podle znečištění, buď v jednotlivé, nebo centrální čistírně odpadních vod, se voda vrací zpět do recipientu.

add c) **postupný systém zásobování** spočívá v seřazení jednotlivých technologických úseků podle potřebné jakosti vody tak, že voda z jednoho úseku – A - je po potřebné úpravě (např. ochlazení) použita v dalším úseku – B -. Na konci po náležité úpravě se vrací do vodního zdroje.



Obr. 4 - Postupný systém zásobování vodou

V praxi se samozřejmě může vyskytovat i kombinace těchto způsobů.

[1]

3 CHARAKTERISTIKA VODY

3.1 Jakost vody

Požadavky na jakost vody se řídí účelem, pro který má voda sloužit, základní typy jsou pitná voda, provozní voda, odpadní voda.

3.1.1 Pitná voda

Posuzuje se především z hlediska závadnosti hygienické, tj. působení na lidský organismus. Požadavky na jakost této vody určuje ČSN 75 7111 Jakost vod, pitná voda. Vlastní stanovení jakostních ukazatelů pitné vody se provádí dle ČSN 83 0520 a ČSN 83 0521 – Fyzikálně chemický rozbor pitné vody a Mikrobiologický rozbor pitné vody.

- Hromadné zásobování (HZ) pitnou vodou je zásobování z veřejného vodovodu nebo veřejné studny.

- Individuální zásobování (IZ) pitnou vodou znamená zásobování z jednoho zdroje pro uzavřený okruh spotřebitelů (max. 50 EO, max. 10 m³ za den), např. domovní studny. O zařazení zdroje rozhoduje hygienik.

- Mezná hodnota (MH) je hodnota ukazatele jakosti – většinou horní hranice přípustných hodnot. Jejím překročením voda ztrácí vyhovující jakost v ukazateli, kde je překročena.

- Nejvyšší mezná hodnota (NMH) – hodnota ukazatele jakosti, jejíž překročení vylučuje použití vody jako vody pitné.

- Mezná hodnota přijatelného rizika (MHPR) – hodnota ukazatele jakosti vody, zpravidla pozdních toxických účinků (karcinogenní nebo mutagenní), která vyvolá u populace 10 000 průměrných spotřebitelů při celoživotní konzumaci 1 úmrtí navíc. Překročení vylučuje užití vody jako vody pitné.

- Průměrný spotřebitel je člen lidské populace současného průměrného věku 20 až 30 let, dožívající se v průměru 70 let, tělesné hmotnosti 70 kg, tělesného povrchu 1,8 m², s denní konzumací 2 l pitné vody.

- Díličí populace – děti, kojenci, nemocní.

Ukazatelé jakosti vody se dělí na:

- A. Mikrobiologické a biologické ukazatele, jsou to různé bakterie, živé a mrtvé organismy, bičíkovci, enterokoky.
- B. Fyzikální a chemické ukazatele
- a) toxikologické např. amoniak, arsen, dusičnany, fenoly, fluoridy, chloroform, kyanidy, kadmium, olovo, rtuť;
 - b) smyslově postižitelné (smyslové) – barva, chuť, zákal, pH, teplota, kovy a sloučeniny – hliník, huminové látky, chloridy, rozpuštěný kyslík, celkové minerální látky rozpuštěné, mangan, měď, sírany, sulfan volný, tenzidy, vápník a hořčík, zinek a železo;
 - c) ostatní – amonné ionty, dusitany, hořčík, CHSK_{Mn} a CHSK_{Cr} , (chemická spotřeba kyslíku manganistanem a dichromanem), chlor aktivní a chlor vázaný, kyselinová neutralizační kapacita $\text{KNK}_{4,5}$, vápník, vodivost;
 - d) radiologické ukazatele – celková objemová kapacita α , celková objemová kapacita β , celková objemová kapacita radonu.
- Provozní kontrolu jakosti pitné vody určuje ČSN 75 7211 Jakost vod. Pitná voda. Kontrola jakosti při dopravě, akumulaci a distribuci.

3.1.2 Provozní voda

Provozní voda je veškerá voda potřebná při daném výrobním procesu, tj. voda přímo pro technologický proces, voda chladicí, splachová apod. Za provozní vodu se nepovažuje voda určená pro přímý pohon vodních motorů (vodní elektrárny).

Požadavky na jakost vody jsou dány účelem, ke kterému voda slouží. Jakost vody nesmí ovlivňovat pracovní a životní prostředí ani zhoršení jakosti výrobků.

Pro některá odvětví jsou určeny ČSN, resp. další předpisy.

3.1.3 Odpadní voda

Pro kontrolu jakosti odpadních vod platí ČSN 75 7241 – Kontrola odpadních vod a zvláštních vod. Tato norma stanovuje také rozsah chemického a fyzikálního rozboru odpadních vod.

Pro vypouštění odpadních vod do recipientů (vodních toků) platí vládní nařízení ČR č. 61/2003 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.

3.2 **Požadavky na množství vody**

Základním předpokladem pro navrhování každého vodovodního systému i jeho částí je dobrá znalost kvalitativních a kvantitativních nároků jednotlivých spotřebitelů. Výpočet potřeby vody se děje podle vyhlášky Ministerstva zemědělství č.428/2001 Sb, kterou se provádí zákon 274/2001Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).

Celkovou potřebu vody rozdělujeme podle druhu odběru:

3.2.1 Voda pro obyvatelstvo

- přímá potřeba vody pro bytový fond (pití, vaření, mytí),
- pro vybavenost obce (údržba a mytí ulic, školství, kultura, zdravotnictví, obchod, administrativa).

3.2.2 Voda pro průmysl

a) směrná potřeba vody pro osazenstvo se určuje v litrech na osobu za směnu:

- | | |
|---|-----|
| - pití | 5 |
| - pro závodní kuchyně | 25 |
| - pro koupání, závody s horkými a špinavými provozy | 220 |
| - pro koupání, závody se špinavými prašnými a s horkými čistými provozy | 120 |
| - pro koupání, závody s čistými provozy | 50 |

b) potřeba provozní vody pro technologii se stanoví v litrech na jednotku výroby.

Potřeba provozní vody v průmyslu závisí na druhu technologie výroby. Je proto nutno pro stanovení specifické potřeby vody, resp. normy potřeby vody, vycházet ze skutečně zjištěných hodnot, příp. z úsekových nebo podnikových norem.

3.2.3 Voda pro zemědělství

- voda pro pracovníky,
- voda pro provoz závodů,
- voda pro hospodářská zvířata,
- voda pro závlahu dle ČSN 75 7143

3.2.4 Voda pro požární účely

Potřeba vody je určena ČSN 73 0873 - Požární bezpečnost staveb. Zásobování požární vodou.

Výpočet potřeby vody:

Provádí se s výhledem asi na 30 let dopředu. Určuje se průměrná denní potřeba vody a maximální denní potřeba, bere se v úvahu měrná potřeba vody a nerovnoměrnost potřeby (součinitel nerovnoměrnosti je poměr mezi maximální a průměrnou potřebou). Potrubí je nutno dimenzovat na maximální hodinovou potřebu.

[1]

4 LEGISLATIVA V OBLASTI SRÁŽKOVÉ VODY

Problematika srážkové vody (povrchové vody vzniklé z vody srážkové) v současné době není v legislativě jednoznačně vyřešena. Srážkové vody komplexně podléhají ochraně dle Vodního zákona č. 254/2001 Sb. a při jejich odtoku Zákonu o vodovodech a kanalizacích č. 274/2001 Sb. Nakládání se srážkovou vodou je dále upravováno různými vyhláškami.

[5]

4.1 Vymezení pojmů

- Obecně - Srážkové vody jako běžně užívaný i technický termín, nedefinuje přímo žádný právní předpis. Obecně lze konstatovat, že se jedná o vodu v různém skupenství, pokud je ve vzhledu a nedotýká se tedy žádným kouskem svého momentálního objemu zemského povrchu ani staveb na něm umístěných.
- Výkladová komise k zákonu č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů uvádí: Při likvidaci srážkových vod ze střech a zpevněných ploch jednotlivých rodinných domků v jednoduchých zařízeních sloužících k ochraně těchto pozemků a staveb proti škodlivým účinkům povrchových vod se jedná o obecné nakládání s povrchovými vodami podle ustanovení § 6 odst. 1 zákona o vodách. K takovému nakládání není třeba povolení vodoprávního úřadu.
- V odůvodnění uvedeného výkladu se uvádí, že srážkové vody ze střech a povrchu zpevněných ploch u individuálních rodinných domů jsou povrchovými vodami podle ustanovení § 2 odst. 1 zákona o vodách. V pochybnostech o tom, zda se v konkrétním případě jedná nebo nejedná o povrchové vody, rozhoduje podle ustanovení § 3 odst. 3 zákona o vodách příslušný vodoprávní úřad. Podle ustanovení § 55 odst. 2 zákona o vodách se za vodní díla nepovažují jednoduchá zařízení mimo koryta vodních toků k ochraně jednotlivých pozemků nebo staveb proti škodlivým účinkům povrchových vod. Výklad uvádí poznámku, že výklad platí v případě, *pokud takto likvidované srážkové vody nejsou odpadními vodami.* [6]

4.2 Povolení - Nakládání s vodami

Dle Zákona č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).

§ 2 Vymezení pojmů

odst. 1 - Povrchovými vodami jsou vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu; tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních.

odst. 4 - Útvar povrchové vody je vymezené soustředění povrchové vody v určitém prostředí, např. v jezeru, ve vodní nádrži, v korytě vodního toku.

odst. 6 - Umělý vodní útvar je vodní útvar povrchové vody vytvořený lidskou činností.

Podle Obecného nakládání s povrchovými vodami § 6 odst. 3 platí: Při obecném nakládání s povrchovými vodami se nesmí ohrožovat jakost nebo zdravotní nezávadnost vod, narušovat přírodní prostředí, zhoršovat odtokové poměry, a právem chráněné zájmy jiných.

Povolení k nakládání s povrchovými nebo podzemními vodami (dále jen „povolení k nakládání s vodami“) podle § 8 odst. 1 je třeba, jde-li o povrchové vody a nejde-li při tom o obecné nakládání s nimi: k jejich odběru, k jejich vzdouvání (popř. akumulaci), k vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo podzemních.

§10 odst. 1 – Oprávněný, který má povolení k nakládání s vodami s výjimkou povolení podle § 8 odst. 1 písm. a) bodů 2 až 4 v množství alespoň 6 000 m³ vody v kalendářním roce nebo 5 000 m³ vody v kalendářním měsíci, je povinen měřit množství a jakost vody, se kterým nakládá, a předávat výsledky tohoto měření příslušnému správci povodí. [13]

4.3 Vypouštění odpadních vod

Dle Nařízení vlády 61/2003 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.

§ 2 Vymezení pojmů

- b) městskými odpadními vodami – odpadní vody vypouštěné z domácností nebo služeb, vznikající převážně jako produkt lidského metabolismu a činností v domácnostech (splašky), popřípadě jejich směs s průmyslovými odpadními vodami nebo s dešťovými vodami,
- d) emisními standardy – nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů znečištění odpadních vod,
- g) imisními standardy – nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod v jednotkách hmotnosti na jednotku objemu.

§ 3 Náležitosti povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo do kanalizací

odst. 1 - Povolení k vypouštění odpadních vod vedle obecných náležitostí obsahuje:

- a) druh odpadních vod vypouštěných do povrchových vod, popřípadě do kanalizace,
- b) charakteristiku výrobní činnosti a její informativní označení podle Odvětvové klasifikace ekonomických činností (OKEČ) vydané Českým statistickým úřadem,
- c) určení místa výpusti odpadních vod, pro kterou je povolení vydáno, s názvem vodního toku, číslem hydrologického pořadí povodí a s uvedením kilometráže výpusti (staničení), popřípadě určení místa výpusti do kanalizace.

odst. 2 - Dále vodoprávní úřad v povolení k vypouštění odpadních vod vždy stanoví

- a) emisní limity,
 - b) lhůtu k dosažení emisních limitů podle požadavků tohoto nařízení,
 - c) způsob, četnost, typ a místo odběrů vzorků vypouštěných odpadních vod a místo měření jejich objemu na výpusti, popřípadě i na přítoku do ČOV,
 - d) způsob provádění rozborů vypouštěných odpadních vod podle jednotlivých ukazatelů znečištění uvedených v povolení k vypouštění odpadních vod podle příslušné technické normy (není-li technická norma, stanoví způsob rozboru vodoprávní úřad),
 - e) způsob vyhodnocení výsledků rozborů jednotlivých ukazatelů znečištění a výsledků měření a stanovení objemu vypouštěných odpadních vod a zjištěného množství vypouštěných znečišťujících látek pro účely evidence a kontroly,
 - f) způsob, formu, četnost a termín předávání výsledků měření vodoprávnímu úřadu.
- [14]

4.4 Závěr

V momentě kdy se srážková voda dotkne povrchu, stává se vodou povrchovou. Pokud se změní její jakost znečištěním z povrchu, stává se podle výkladu k zákonu o vodách vodou odpadní. Srážková voda po dopadu na povrch mění jakost, pokud se jedná o urbanizovaný celek zpravidla v úvodu deště. V průběhu deště se jakost stabilizuje na hodnotách stejných jako má srážková voda před dopadem. V území neurbanizovaných má povrchová voda vzniklá ze srážkových vod jakost odpovídající možnostem znečištění daných povrchem místa

dopadu. Je-li tím povrchem zemědělsky obdělávaná půda, může se trvání znečištění blížit době trvání deště. Při takovém znečištění se jedná, ve vazbě na předchozí, o odpadní vodu, které lze říkat přírodní odpadní voda. [6]

5 HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVOU VODOU

5.1 Srážková voda

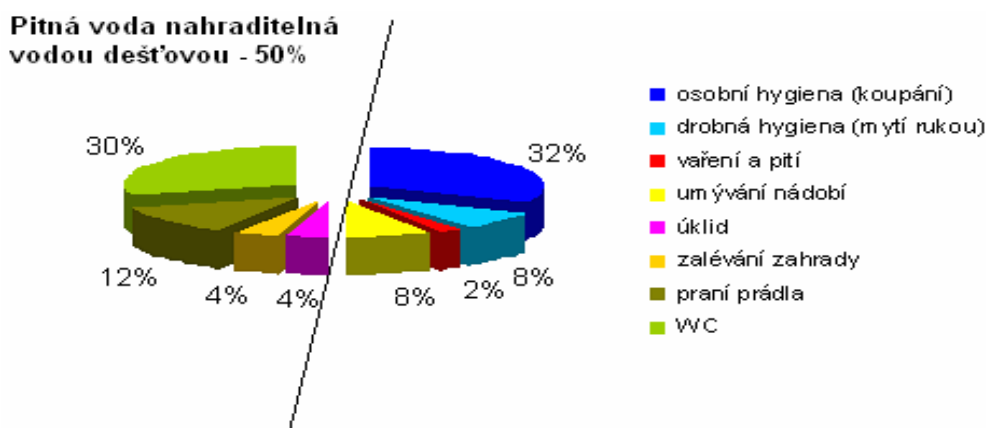
Jelikož dešťové mraky vznikají odpařováním, mohla by být srážková voda vlastně vodou destilovanou, tedy čistou bez rozpuštěných látek. Její kvalita je zřetelně ovlivněna znečištěním vzduchu (sloučeniny síry a dusíku). Dešťová voda po průchodu zemskou atmosférou vykazuje hodnotu asi 5,6 pH, protože se váže mimo jiné také s CO_2 , obsaženým ve vzduchu.

Při dopadu srážkové vody na jakýkoliv pevný povrch se z ní automaticky stává voda povrchová a tak by s ní mělo být nakládáno.

Kvalita vody závisí také na druhu povrchu, ze kterého stéká. Tím, že přichází do kontaktu se střešní krytinou, komunikací, odpadními troubami, filtry, apod. je tato voda znečištěna. Vlivem deště, slunce a mrazu se uvolňují částice krytiny střech, betonu, kovů a barev. Dešťové okapy a kovové součásti střech korodují a uvolňují toxické látky jako měď nebo zinek. Stavebník by měl být ochoten, resp. nepřímo donucen použít náhradní, pokud možno inertní materiály.

Oddělení prvních cca 1-3 mm deště (tzv. efekt „prvního splachu“) vede zpravidla k podstatnému snížení látkového zatížení v zachycené dešťové vodě.

Dešťová voda jako nahraditelný zdroj pitné vody



Obr. 5 - Diagram ukázky množství možné náhrady pitné vody dešťovou vodou

Průměrná spotřeba pitné vody na jednoho obyvatele činí přes 100 litrů vody denně. Ale na přibližně 50% z této spotřeby není nutné mít kvalitní pitnou vodu, proto může být dešťová voda použita jako náhrada.

Nároky na potřebu vody v domácnosti [$\text{l.os}^{-1}.\text{den}^{-1}$]

PITNÁ: *vaření, pití* - $4 \text{ l.os}^{-1}.\text{den}^{-1}$, *mytí nádobí* $8 \text{ l.os}^{-1}.\text{den}^{-1}$, *tělesná hygiena* $46 \text{ l.os}^{-1}.\text{den}^{-1}$,

OSTATNÍ: *praní* $16 \text{ l.os}^{-1}.\text{den}^{-1}$, *splachování* $40 \text{ l.os}^{-1}.\text{den}^{-1}$, *zalévání* $7 \text{ l.os}^{-1}.\text{den}^{-1}$, *údržba* $4 \text{ l.os}^{-1}.\text{den}^{-1}$... lze s výhodou využít vodu srážkovou. [8]

5.2 Dešťové odpadní vody

Dešťovými odpadními vodami se označují srážkové vody, odváděné ze střech, komunikací, parkovišť atd. jednotnou či oddílnou stokovou kanalizační sítí.

Znečištění dešťových odpadních vod tvoří široké spektrum různých látek původu:

- *Anorganického* v nerozpuštěné a rozpuštěné formě – těžké kovy, anionty silných minerálních kyselin (SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^-), sloučeniny dusíku, fosforu a další.
- *Organického* v nerozpuštěné a rozpuštěné formě. Organické látky jsou zastoupeny především ropnými látkami, chlorovanými uhlovodíky, PCB (polychlorované bifenyly), PAU (polyaromatické uhlovodíky), dioxiny (PCDD, PCDF) pesticidy atd. Mikrobiální složku znečištění tvoří zejména fekální koliformní bakterie, enterokoky a další.

Znečištění dešťových vod pochází z různých zdrojů. Jejich přehled včetně hlavních složek znečištění je uveden v tabulce 1:

Tab. 1 - Zdroje znečištění dešťových vod

Zdroj znečištění	Znečišťující látky
výfukové plyny	Pb, Ni, sloučeniny N, fenoly, uhlovodíky, PCDD, PCDF, rez, částice
otěr brzdových obložení	Cr, Ni, Cu, Pb, Zn, částice
otěr pneumatik	Cd, Zn, rez, organické sloučeniny, pryž, S, Pb, Cr, Cu, Ni
otěr povrchu komunikací	Si, Ca, Mg, asphalt, dehet, Pb, Cr, Cu, Zn, Ni, částice
otěr značení komunikací	TiO_2 , rozpouštědla

úkapy z motorů	Pb, Ni, Zn, organické látky, oleje, tuky, uhlovodíky, Cu, V, Cr
korozí, obrus	Al, Cu, Fe, Co, Mn, Cd, Zn
stavební hmoty	minerální látky, pojiva (asfalt, vápno, cement), alternat, stavební hmoty

Pozn: polychlorované dibenzo-p-dioxiny (PCDD), polychlorované dibenzofurany (PCDF)

5.2.1 Anorganické látky

A) Nerozpuštěné látky (>1 nm) - částice prachu, písku, popílku, posypového materiálu atd.

Do dešťových vod se dostávají buď přímo z atmosféry, nebo splachem z povrchu vozovek, z nezpevněných částí komunikací, uvolňováním ze vzorku znečištěných pneumatik, z podvozků atd. (viz. tabulka 1).

B) Rozpuštěné látky (<1 nm)

Kovy

Obsah a zastoupení jednotlivých kovů v dešťové vodě závisí hlavně na materiálu střech. Tak např. zvýšený obsah Fe a Zn v těchto vodách lze často přisoudit korodujícím okapům ze stejných materiálů.

Těžké kovy

Charakterizuje je měrná hmotnost vyšší než 5 000 kg.m³ a schopnost tvořit velmi málo rozpustné sraženiny v přítomnosti sulfidů. Mezi toxické kovy patří zejména Hg, Cd, Pb, As a další. Toxicky působí většinou iontové formy, jejich anorganické a organické komplexy jsou zpravidla méně toxické. **Toxicita** těžkých kovů v dešťových odpadních vodách vzrůstá v řadě:



Chloridy a sírany

> Obsah chloridů v dešťových vodách z komunikací značně kolísá. Jejich zdrojem je zejména posypová sůl (NaCl, CaCl₂), používaná v zimním období. Chloridy snadno pronikají půdou a mohou kontaminovat podzemní vody.

> Sírany se v dešťových vodách vyskytují v různých koncentracích. Např. se uvádí z celoročního sledování kvality srážek v západní části Berlína (1990) průměrná hodnotu 29 mg.l⁻¹ (min. 12 mg.l⁻¹, max. 75 mg.l⁻¹).

Sloučeniny dusíku a fosforu

- > Hlavními dusíkatými látkami v dešťových vodách jsou amoniak, dusitany a dusičnany. Obsah dusíkatých látek v dešťových vodách je relativně nízký. Nejvýrazněji se projevuje u N-HN_4^+ . V závislosti na podmínkách může docházet v dešťových vodách k transformaci jednotlivých forem dusíku.
- > Fosfor se v dešťových vodách vyskytuje převážně ve formě PO_4^{3-} . Průměrná hodnota jejich koncentrace ve vodě se uvádí v desetínách mg.l^{-1} .

5.2.2 Organické látky

Průměrné hodnoty znečištění dešťových vod rozpuštěnými organickými látkami podle CHSK_{Cr} , BSK_5 a C_{org} jsou uvedeny v tab. 2.

Tab. 2 - Průměrné hodnoty znečištění dešťových vod rozpuštěnými organickými látkami

Druh dešťové vody	Voda z komunikací	Voda ze střech
$\text{CHSK}_{\text{Cr}} [\text{mg.l}^{-1}]$	49	22
$\text{BSK}_5 [\text{mg.l}^{-1}]$	8 - 10	-
$\text{C}_{\text{org}} [\text{mg.l}^{-1}]$	12	8

Dioxyny

Termín „dioxyny“ se vztahuje na 219 různých látek s podobnými vlastnostmi, ale rozdílnou toxicitou. Tvoří je dvě skupiny sloučenin podobných strukturou avšak odlišných svým chemickým chováním – polychlorované dibenzodioxiny (PCDD) a polychlorované dibenzofurany (PCDF).

Dioxiny (podobně jako další vysoce toxické látky) vznikají při spalování pohonných hmot. Jejich dalším zdrojem mohou být havárie a požáry.

Součástí znečištění dešťových vod jsou také různá aditiva, přidávaná do automobilových benzinů.

Ropné látky (NEL - nepolární extrahovatelné látky)

Benziny, petroleje, plynové oleje, mazací oleje a další výrobky z ropy patří ke skupině ropných látek.

Ve vodě jsou omezeně rozpustné (závisí na druhu, teplotě, pH a dalších faktorech.), mohou se v ní proto vyskytovat v několika různých formách – volné, emulgované, rozpuštěné a nasorbované na pevných částicích unášených vodou.

Obsah NEL v dešťových vodách z komunikací se obvykle pohybuje řádově v desetinách mg.l^{-1} až mg.l^{-1} .

Chlorované uhlovodíky

Patří k látkám s podobnými vlastnostmi jako ropné látky. Ve vodě mohou být ve formě volné, emulgované i rozpuštěné. V rozpustnosti chlorovaných uhlovodíků ve vodě jsou značné rozdíly. Uvádějí se průměrné hodnoty AOX (adsorbovatelné organicky vázané halogeny) v dešťových vodách za rok 1989 – $66 \mu\text{g.l}^{-1}$ a za rok 1990 – $41 \mu\text{g.l}^{-1}$.

Polyaromatické uhlovodíky - PAU

Vznikají při spalování pohonných hmot v motorech. V dešťových vodách z komunikací jsou součástí nerozpuštěných látek, na kterých jsou sorbovány. Představují závadné látky, některé mají karcinogenní vlastnosti. V dešťových vodách byla zjištěna přítomnost fenantrenu, fluoranthenu, pyrenu, chrysenu a dalších ve velmi nízkých koncentracích.

Mikrobiální znečištění

Z literatury jsou známy výsledky bakteriologických rozborů 342 vzorků dešťových vod ze střech. Vody byly akumulovány v betonových jímkách a poté zbaveny nerozpuštěných látek pískovou filtrací. Výsledky mikrobiologických rozborů filtrátů byly porovnány s limity pro pitnou vodu resp. bazénové vody.

- > U psychrofilních bakterií vyhovělo limitu pro pitnou vodu (1000 KTJ/ml) 63% vzorků,
- > u mezofilních bakterií vyhovělo limitu (100 KTJ/ml) 63 % vzorků.
- > u fekálních koliformních bakterií nebyl zaznamenán ani jediný případ překročení (limit u bazénových vod $2\,000 \text{ KTJ/100 ml}$),
- > u veškerých koliformních bakterií byly počty překročeny v 98 % případech (limit $10\,000 \text{ KTJ/100 ml}$).
- > u fekálních streptokoků byl (limit 100 KTJ/100 ml) překročen u 77 % vzorků.
- > přítomnost patogenních bakterií *Pseudomonas aeruginosa* byla zjištěna v 0,6 % vzorků (2 případy). Patogenní bakterie *Staphylococcus aureus* byly přítomny ve 3 % vzorků (10 případů).
- > V žádném z analyzovaných vzorků nebyly zjištěny salmonely.

Složení vod protékajících kanalizací za deště značně kolísá a závisí na:

Hydrometeorologických poměrech
Druhu stokové sítě
Sklonu stoky
Charakteru povrchu a povrchových úprav
Charakteru činnosti na povrchu (mytí silnic)
Údržbě stokové sítě
Délce bezdeštného období (atmosférický spad, prašnost)
Intenzitě srážky

[3]

5.3 Využití a požadavky na kvalitu dešťové vody

Užíváním dešťové vody z hlediska jejího složení nesmí dojít:

- k ohrožení zdraví uživatele
- k ohrožení kvality pitné vody (v důsledku event. chybných instalací)
- k omezení komfortu užívání vody
- ke kontaminaci životního prostředí (především půdy a podzemní vody)

5.3.1 Základní čištění dešťové vody

Je vhodné zabezpečit, aby do akumulární nádrže nebylo splavováno listí a další větší nečistoty, které by nádrž zanášely.

Při čištění dešťové vody se uplatňují dva procesy:

- filtrace
- sedimentace

Sedimentace probíhá buď v samotné akumulární nádrži na dešťovou vodu, nebo v nádrži usazovací, představené nádrži akumulární.

Pro filtraci můžeme použít dva typy filtrů - interní nebo externí. *Externí filtry* jsou samostatné filtrační šachty, které se napojují mezi okapový svod a jímku. Po přefiltrování vody umožní odtok čisté vody do jímky a v případě samočisticích filtrů odtok přebytečné vody a nečistot do kanalizace. *Interní filtry* jsou umístěny uvnitř nádrže, mají jeden přítok, odtok vyčištěné vody do nádrže a možnost napojení přepadového sifonu pro odtok přebytečné vody.

Používáme-li dešťovou vodu na praní, nebo splachování WC, kde voda prochází jemnými tryskami, je možné použít jemný filtr pro montáž do tlakového potrubí za čerpadlem.

5.3.2 Skladování zachycené dešťové vody

Filtrováním dešťové vody pomocí různých filtrů dochází k odstranění nečistot a v nich přebývajících bakterií. Dešťový odtok je zaústěn do nádrže (cisterny). K udržení lepší hygieny zachycené vody také pochopitelně přispívá, pokud je zachycovaná dešťová voda uskladněna na chladném místě a není vystavena přímému slunečnímu záření. Z těchto důvodů se doporučují cisterny umístěné v zemi. Umístění nádrží ve sklepech se nedoporučuje (vliv vyšší teploty a event. světla), pokud se voda ve sklepě skladuje, nemá teplota sklepního prostoru přesáhnout 18°C, aby nevzniklo nebezpečí rozvoje mikroorganismů. Pro vodu v cisternách platí zásada: pokud možno nejméně světla a nejnižší možná teplota. Také se doporučuje z hygienických důvodů neskladovat vodu v akumulační nádrži příliš dlouho. [7]

Tab. 3 - Výhody a nevýhody zásobníků pro dešťovou vodu (+ výhoda, - nevýhoda)

Nadzemní umístění	+ umístění bez zemních prací, možnost odběru bez čerpadla
	- ohřev vody v létě, nebezpečí zamrznutí v zimě, potřeba místa na pozemku
Umístění ve sklepě	+ umístění bez zemních prací, dalekosáhle rovnoměrná teplota
	- potřeba sklepního prostoru
Zemní tank	+ malá potřeba místa, rovnoměrná nízká teplota vody, bez nebezpečí zamrznutí
	- náročná instalace spojená se zemními pracemi

[4]

5.3.3 Faktory, ovlivňující kvalitu vody a hygienu při využívání dešťových vod:

- jímání ze střešních ploch bez zvláštních zatížení (např. holubů), - filtrační systém mezi zachytnou plochou a dešťovým zásobníkem, - sedimentace v zásobníku vlivem uklidněného přítoku, - ochrana proti přístupu světla do zásobníku, - těsné zakrytí zásobníku, - ochrana zásobníku před plyny ze stok, -

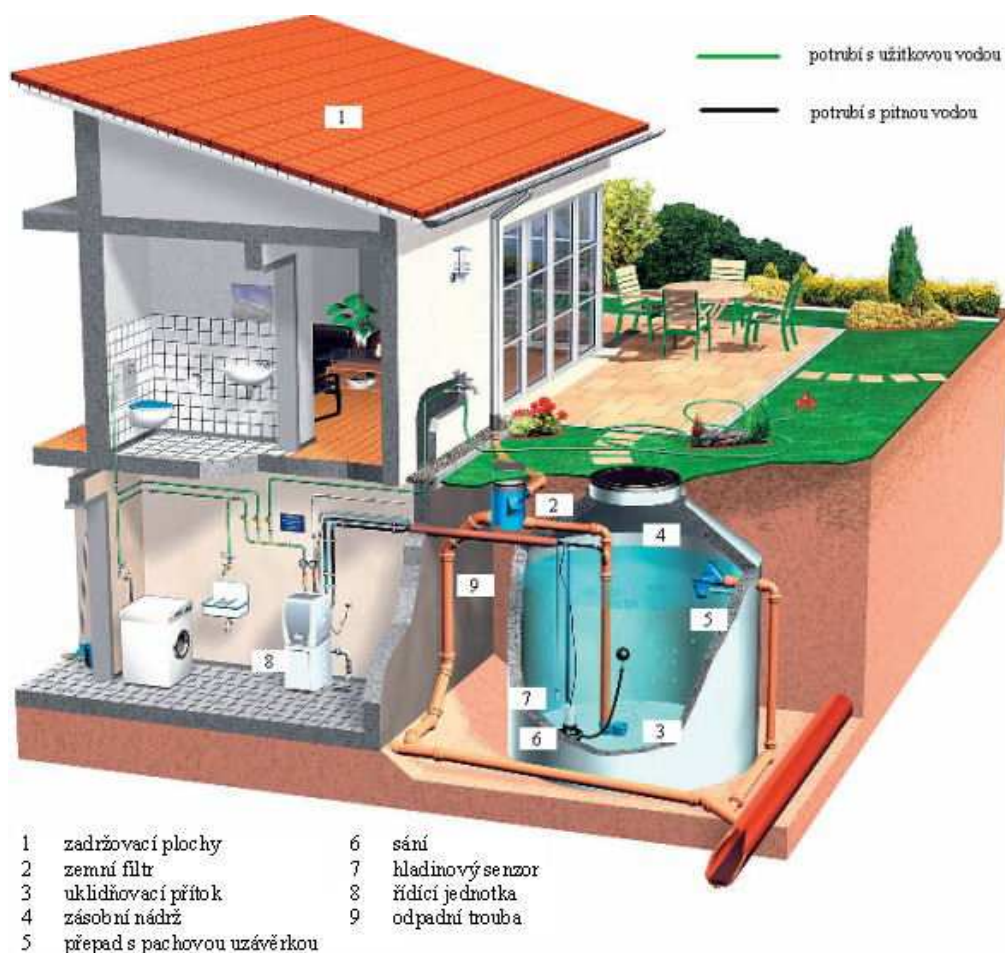
ochrana zásobníku proti hmyzu a vzduší z kanalizace, - odběr dešťových vod alespoň 15 cm nade dnem zásobníku, - pravidelné kontroly a údržby zařízení. [7]

5.3.4 Technická zařízení

Systém využití dešťových vod sestává z těchto zařízení:

- Filtry (integrované v nádrži nebo zemní)
- Akumulační nádrže
- Plovoucí sací soupravy
- Přepadové sifony
- Čerpací zařízení
- Řídící doplňovací jednotky
- Hladinové senzory
- Tvarovky na uklidnění přítoku
- Přívodní, odběrné a odpadní potrubí

V případě úpravy vody je nutné zabezpečení provozu a kontroly funkce.



Obr. 6 - Příklad technického zařízení pro užívání dešťové vody

5.3.5 Popis funkce

Dešťová voda stékající ze střechy okapovými svody se přivádí sběrným potrubím do zemního filtru. Nečistoty se zbytkovou vodou se odvádějí potrubím do kanalizace, nebo k zasakování. Přes nerezové síto filtru přepadá čistá voda, která se přivádí potrubím do nátokového hrdla nádrže, ukončeného uklidňujícím prvkem, který zabraňuje víření spodního sedimentu v nádrži. Voda ze sifonového přepadu při přeplnění nádrže odtéká přes zpětnou klapku potrubím do kanalizace, nebo do vhodného zasakovacího objektu. Odběr vody z nádrže sacím potrubím je zajištěn sací soupravou, která odebírá pouze čistou vodu pod horní hladinou v nádrži. Čerpací zařízení - vodárna je součástí automatické doplňovací jednotky s řídicí jednotkou, která v případě nedostatku dešťové vody v nádrži přepne pomocí hladinového spínače odebírání vody z vodovodního řadu při splnění normy ČSN EN 1717 (v systému není přímé propojení mezi rozvodem užitkové dešťové vody a rozvodem pitné vody). Z automatické doplňovací jednotky je voda potrubím výtlaku dopravována k využití.

5.3.6 Zásobní nádrže

Zásobník může být nadzemní nebo podzemní. Velikost zásobníku se řídí *velikostí odvodňované plochy* nebo *předpokládanou spotřebou dešťových vod* (vždy se volí menší z obou velikostí). Nádrž je vybavena přítokem a bezpečnostním přepadem.

Používají se nádrže:

- plastové
- betonové
- sklolaminátové
- ocelové

Je-li k dispozici dostatek manipulačního prostoru, vycházejí cenově nejvýhodněji monolitické betonové jímky. Válcové plastové jímky jsou již z výroby uzpůsobeny na instalaci filtračního systému a mají předpřipraveny všechny potřebné otvory. Do betonových a laminátových jímek je všechny prostupy nutno většinou dodělat při instalaci.

Plastové nádrže

Materiál: polyetylén, polypropylen, plast zesíleného skelnými vlákny (umístění do země).

Výhody: odolnost proti korozi, malá hmotnost, variabilním složení - uspořádání, volba výšky nádrže podle výšky prostoru, jednoduchá montáž a údržba.

Plastové nádrže mohou být bezešvé nebo svařované, válcové nebo pravoúhlé, samonosné, nebo určené k obetonování (v síle 15 - 20 cm).

Jímky se osazují na zhutněný štěrkový podklad (říční štěrk - kačírek 16-32 mm), nebo se usazují na betonovou desku.



Obr. 7 - Plastová bezešvá nádrž



Obr. 8 - Plastová nádrž svařovaná

Betonové nádrže

Betonové zásobníky, které se budují podobně jako studny z jednotlivých skruží, mají tu nevýhodu, že během několika desítek let přestanou v kontaktních místech těsnit. Tuto nevýhodu nemají monolitické betonové jímky.

Výhodou betonových nádrží je přirozená neutralizace kyselé dešťové vody, kterou v plastovém zásobníku zajistí kousek přírodního vápence.

Na rozdíl od plastových jsou betonové nádrže odolné velkému vnějšímu tlaku, proto se doporučují pro stavbu pod příjezdovými cestami.



Obr. 9 - Betonové nádrže



Obr. 10 - Sklolaminátová nádrž

5.3.7 Zásady pro správnou funkci zásobníku:

Přívod dešťových vod, umístěný v dolní části zásobníku, se opatřuje ukladňujícím prvem, aby se částechy nezachycené filtrem usadily na dně a nebyly rozvířeny. Přes odsávací zařízení se voda odebírá asi 150 mm pod horní hladinou.

Zachycené vody mají být svedené tak, aby:

- Nevznikal hluk ze šplouchání vody
- Kyslík byl vnášený i do hlubších vrstev vody
- Usazeniny na dně zásobníku nebyly rozvířené (tzv. "klidný nátok")

5.3.8 Čerpací zařízení užitkové vody

Čerpadla je možné ovládat ručně, tj. zasunutím síťového kabelu do zásuvky nebo pomocí tlakové jednotky, která čerpadlo vypne při zastavení odběru vody.

Ponorná čerpadla

Ponorná čerpadla jsou nejjednodušším způsobem čerpání vody. Jsou vybavena plovákovým spínačem, který vypne čerpadlo při nedostatku vody a ochrání ho tak před poškozením. Čerpadlo se zavěsí cca 10 - 15 cm nad dno nádrže, čímž se zajistí odebírání relativně čisté vody. Prostor pod čerpadlem tak tvoří rezervu na sedimentování kalů. Je-li ponorné čerpadlo vybaveno sacím košem na hadici s plovákem, je možné usazení tohoto čerpadla na dno nádrže. Použít ho lze například u systému na zavlažování zahrady.

Sací čerpadla

Sací čerpadla jsou umístěna mimo prostor nádrže a je nutné pro ně najít místo do cca 10-ti metrů od nádrže. K čerpadlu je nutné napojit sací vedení,

opatřené sacím košem a zpětnou klapkou. Sací koš může být opatřen plovákem, který zajistí odebírání vody cca 10 cm pod hladinou nebo je možné cca 10 - 15 cm nad dno nádrže umístit klasický sací koš, čímž se zajistí odebírání relativně čisté vody. [8]

5.4 Propočet velikosti zařízení

Velikost zařízení pro dešťovou vodu se počítá ve třech krocích:

5.4.1 Zisk dešťové vody

Určí se dle jednoduchého vzorce:

$$Q_d = A \cdot \Psi \cdot H_s$$

Q_d ... zisk dešťové vody,

A ... jímací plocha (plocha půdorysu včetně všech střešních přesahů) v m^2 ,

Ψ ... koeficient odtoku,

H_s ... roční úhrn srážek v mm.

Zisk dešťové vody se sníží i při filtraci vody. Filtrační ztráty jsou uváděny výrobcem v technických podkladech zvoleného filtru. Obvykle se filtrační ztráty korigují faktorem 0,9 – 0,95.

5.4.2 Potřeba dešťové vody

> Potřeba vody v domácnosti se počítá v litrech na osobu za den cca 120 [4]

> Nároky na potřebu vody pro průmysl se určuje v litrech na osobu za směnu:

- pití	5
- pro závodní kuchyně	25
- pro koupání, závody s horkými a špinavými provozy	220
- pro koupání, závody se špinavými prašnými a s horkými čistými provozy	120
- pro koupání, závody s čistými provozy	50
- pro technologické procesy	závisí na druhu technologie výroby

[1]

5.4.3 Velikost zásobníku pro dešťovou vodu

Více argumentů hovoří pro volbu takové velikosti zásobního tanku, aby mohl být spotřebitel zásobován dešťovou vodou po 2 až 3 týdny suchého počasí.

- * Období sucha trvají zřídka déle než 2 až 3 týdny. Větší zásobník, který umožňuje rezervu pro delší časový úsek, přinese tedy jen málokdy další úspory pitné vody.
- * Zásobník má být pravidelně přeplavován. Tím se splachují nečistoty, plovoucí na povrchu.
- * Dešťová voda nemá být skladována příliš dlouho, neboť kvalita vody se při delším přechovávání zhoršuje.
- * Pořizovací náklady stoupají s velikostí zásobníku. Je-li zásobník příliš velký, nebude úsporami pitné vody amortizován.

Dvě možnosti stanovení velikosti zásobníku:

A) Výpočet velikosti zásobníku dle potřeby. Tento postup je volen v případě, že je žádaná optimální velikost zásobníku ve vztahu ke spotřebě.

$$V_z = Q_p \cdot T_z / 365$$

V_z ... objem zásobníku v m^3 ,

Q_p ... roční potřeba dešťové vody v m^3 ,

T_z ... doba zásobení (plný zásobník se vyprázdní) ve dnech,

365 ... dny v roce.

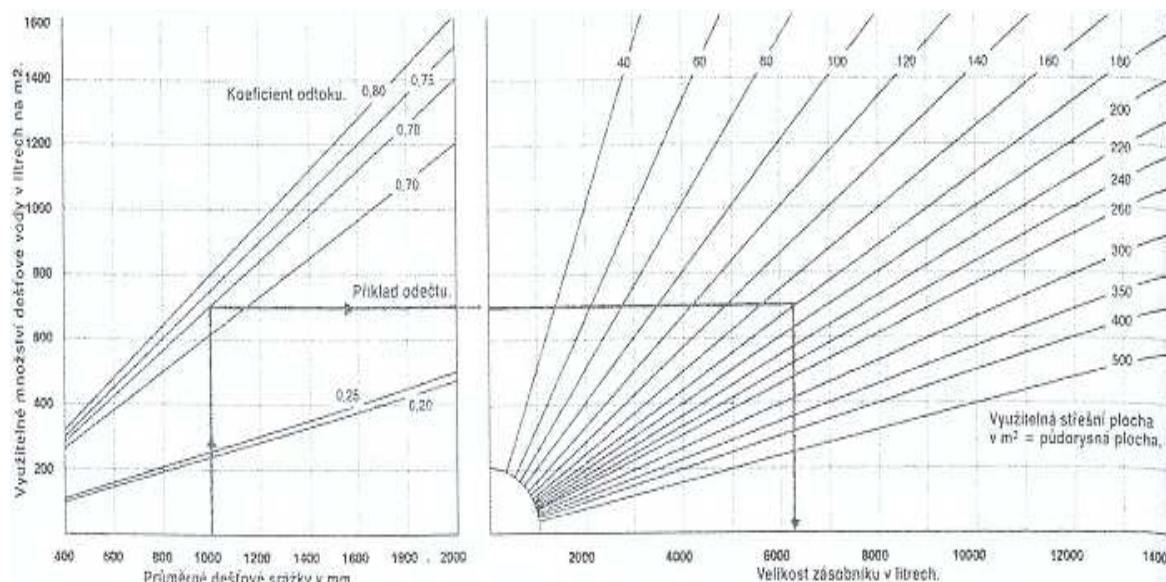
B) Stanovení velikosti zásobníku dle množství dešťové vody a využitelné střešní plochy podle diagramu. Tato cesta se volí tehdy, má-li být dešťová voda dle okolností shromažďována a využívána pokud možno dokonale.

Rozumná velikost zásobníku ve vztahu k dané střešní ploše se dá stanovit pomocí diagramu. Je třeba znát:

- množství srážek z mapy,
- koeficient odtoku,
- plochu střechy (plochu půdorysu).

Slouží také k přezkoušení výpočtu v předešlém příkladu, zde bude potřeba střešní plochou, která je k dispozici, vůbec pokryta. Při tom se dá postupovat

podle následujících pravidel: 1. Vychází-li podle diagramu menší velikost zásobníku než při výpočtu podle potřeby, volí se menší velikost podle diagramu. 2. Vychází-li z diagramu větší zásobník než podle výpočtu, bude volen tento menší zásobník dle výpočtu, protože potřeba je menší, než je nabídka dešťové vody.



Obr. 11 – Diagram pro stanovení velikosti zásobníku

[4]

5.5 Seznam firem poskytující jímky na dešťovou vodu

V současnosti existuje několik firem, které vyrábějí příslušenství k využívání dešťových vod, je možné vybírat z široké nabídky akumulčních nádrží, filtračních zařízení, čerpadel i řídících jednotek. Zařízení je možné koupit i jako komplet. Mezi firmy, které nabízí široký výběr zařízení na využití dešťových vod, patří Asio, R-plast, Marley, Marosep, Aquion, Belis Group, Ekosystém aj.

[8]

6 STÁVAJÍCÍ STAV MSA, a.s. DOLNÍ BENEŠOV

MSA = Moravsko - Slezské Armatury

6.1 Popis území

6.1.1 Charakteristika areálu akciové společnosti

Areál MSA, a.s. leží na severovýchodním okraji obce Dolní Benešov v Moravskoslezském kraji (okres Opava). Terén lokalit o rozměrech asi 26,8 ha je většinou rovinatý s průměrnou nadmořskou výškou 230 m.



Obr. 12 – Satelitní snímek MSA, a.s. Dolní Benešov

[18]

6.1.2 Převládající charakter průmyslové činnosti

MSA, a.s. je strojírenský podnik s hlavními výrobními aktivitami: výroba armatur a servis čerpadel, projektování a konstrukce strojů a zařízení. Vyráběné armatury podléhají technickému testování, měření a analýzám. Podrobují se tlakovým zkouškám v hydraulické, parní a vzduchové zkušebně. Dalším předmětem podnikání je zámečnictví a kovoobráběčství.

V areálu MSA, a.s. sídlí dceřiná společnost Opravárenský závod (elektrické a mechanické opravy strojů a zařízení). V odprodaných nebo pronajatých budovách sídlí společnosti, jako např. Slévárna šedé litiny, MSA Čerpadla a Servis, dále pak skladování izolačního materiálu, velkosklad květin, kancelářské prostory, praktický lékař, zubní lékař aj.

6.1.3 Stručný popis vodního recipientu, hydrologické a klimatické poměry

Areál MSA spadá do povodí potoka Opusty s číslem hydrologického pořadí 2-02-03-0162 o ploše 29,91 km². Potok Opusta, představující hlavní recipient odpadních vod lokality, teče podél východního okraje areálu ve vzdálenosti cca 30 m a po cca 1,5 km se vlévá do řeky Opavy.

Dlouhodobá průměrná roční výška srážek na povodí P_a , měřená ČHMÚ Ostrava-Poruba, činí 682 mm. Průměrný roční výpar se pohybuje v hodnotách mezi 470 až 550 mm. Dlouhodobý průměrný průtok vodního toku Opusta Q_a je 141 l.s⁻¹.

Tab.4 – M-denní průtoky Q_{Md} v [l.s⁻¹]:

Q_{30}	Q_{60}	Q_{90}	Q_{120}	Q_{150}	Q_{180}	Q_{210}	Q_{240}	Q_{270}	Q_{300}	Q_{330}	Q_{355}	Q_{364}
363	220	153	115	88	69	55	43	31	24	14	7,2	4,8

Údaje o dlouhodobé průměrné roční výšce srážek na povodí, dlouhodobém průměrném průtoku a M-denních průtocích byly stanoveny za reprezentativní období 1931 – 1980.

Zájmové území se podle klimatologického členění Quitta (1971) nachází v mírně teplé oblasti MT 10, jenž je charakterizováno dlouhým teplým a mírně suchým létem, krátkým přechodným obdobím s mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem a mírně teplou, velmi suchou a krátkou zimou s krátkým trváním sněhové pokrývky. Průměrná roční teplota vzduchu činí 10 °C.

6.1.4 Geologické poměry

Podloží je tvořeno souvrstvím čvrtohorním o proměnlivé mocnosti a petrografického složení, které je uloženo na mocnějších vrstvách třetihorních. Složení: počínaje shora sprašovými klínovci a hlinitým pískem, pod nimi jsou středně hrubé vrstvy štěrkopískové. Podloží je tvořeno nepropustnou vodonosnou vrstvou vápnitých jílu třetihorních.

6.1.5 Hydrogeologické poměry

Rozmanité úložné poměry sedimentů v prostoru závodu jsou příčinou i rozdílných hydrogeologických poměrů. Hladina podzemní vody je volná nebo mírně napjatá. Mocná vrstva štěrkopísku udržuje poměrně vysokou hladinu podzemní vody.

Závod je zásobován pitnou vodou ze tří zdrojů: dvou vlastních studní, umístěných v areálu závodu – tento zdroj vystačí téměř na celkovou potřebu vody v závodu. A kružberského přivaděče pitné vody SmVaK – tento zdroj je využíván sporadicky (asi 10 % z celkové potřeby MSA, a.s. za rok).

6.1.6 Odtokové poměry v areálu, odtok na čistírnu odpadních vod

Odpadní vody z areálu jsou svedeny na čistírnu odpadních vod. Kanalizace ve staré části závodu je jednotná, v nové části je oddílná. Dešťové vody z nové části závodu jsou svedeny do dešťové zdrže, splaškové vody z nové části a veškeré vody ze staré části jsou svedeny na mechanicko-biologickou čistírnu odpadních vod SIGMA Kombi-Blok pro 3 500 EO (celkové množství odpadních vod 800 m³/den), umístěnou v jihovýchodní části závodu. Odtok z ČOV a odtok z dešťové zdrže jsou vedeny do vodního toku Opusta, který se vlévá do řeky Opavy. Vzdálenost nejzápadnější části závodu od řeky je vzdušnou čarou cca 2 500 m.

6.2 **Technický popis stokové sítě**

6.2.1 Druh kanalizace a technické údaje

Úseky kanalizace jsou vedeny v komunikaci nebo její těsné blízkosti v poměrně hustě zastavěné staré části závodu. V nové části závodu je kanalizace vedena ve vozovkách, dešťová a splašková osově vzdáleny od sebe 2 m. Splašková kanalizace je umístěna níže než dešťová.

Pro výstavbu stok bylo použito železobetonových trub (1000 mm), betonových trub (600 mm) a kameniny (400 mm). Na odbočkách je použita kamenina, PVC a lamináty. V nejstarší části závodu je použito k výstavbě kanalizace betonových trub a cihel.

Celková délka stokové sítě:	8 650 m
Délka odlehčovací stoky:	76 m
Počet kanalizačních přípojek:	21 ks
Délka kanalizačních přípojek:	4 226 m
Počet ČOV na stokové síti:	1 ks
Počet dešťových zdrží na oddílné kanalizaci:	1 ks

6.2.2 Údaje o situování kmenových stok

Stoky dešťové kanalizace v nové části závodu mají celkovou délku 1268 m, délka přípojek k objektům (č. 110 - nová kotelna, 112 – sklad paliva, 116 – vstupní trafostanice, 118 – skládka škváry) o průměru 200 mm je 248 m.

Stoky kanalizace splaškové v nové části jsou v celkové délce 996 m a délka přípojek k objektům 110, 112, 116, 118 o průměru 200 mm je 48 m.

Průměr kanalizace v nové části: DN 150 mm, 200 mm, 300 mm;

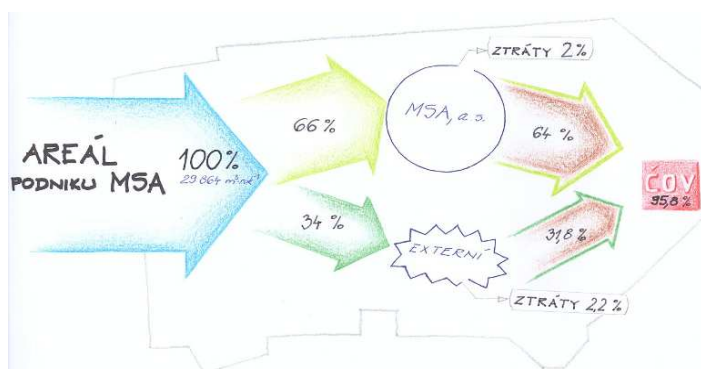
Materiál kanalizace: ŽB, beton, kamenina, PVC, laminát.

6.2.3 Uvedení důležitých objektů na kanalizaci – kontrolní vypouštěcí šachty

Měrné šachty jsou součástí kanalizačních přípojek nebo zároveň revizní šachty. Zejména musí umožňovat kdykoliv odběr vzorků a měření objemu protékajících vod.

Dešťová zdrž, která je opatřena dřevěnou nornou stěnou, betonovou přepadovou hranou, pojistnou výpustí pro mechanické zachycení náhodně vniknuvších ropných látek do kanalizace.

6.3 Spotřeba vody

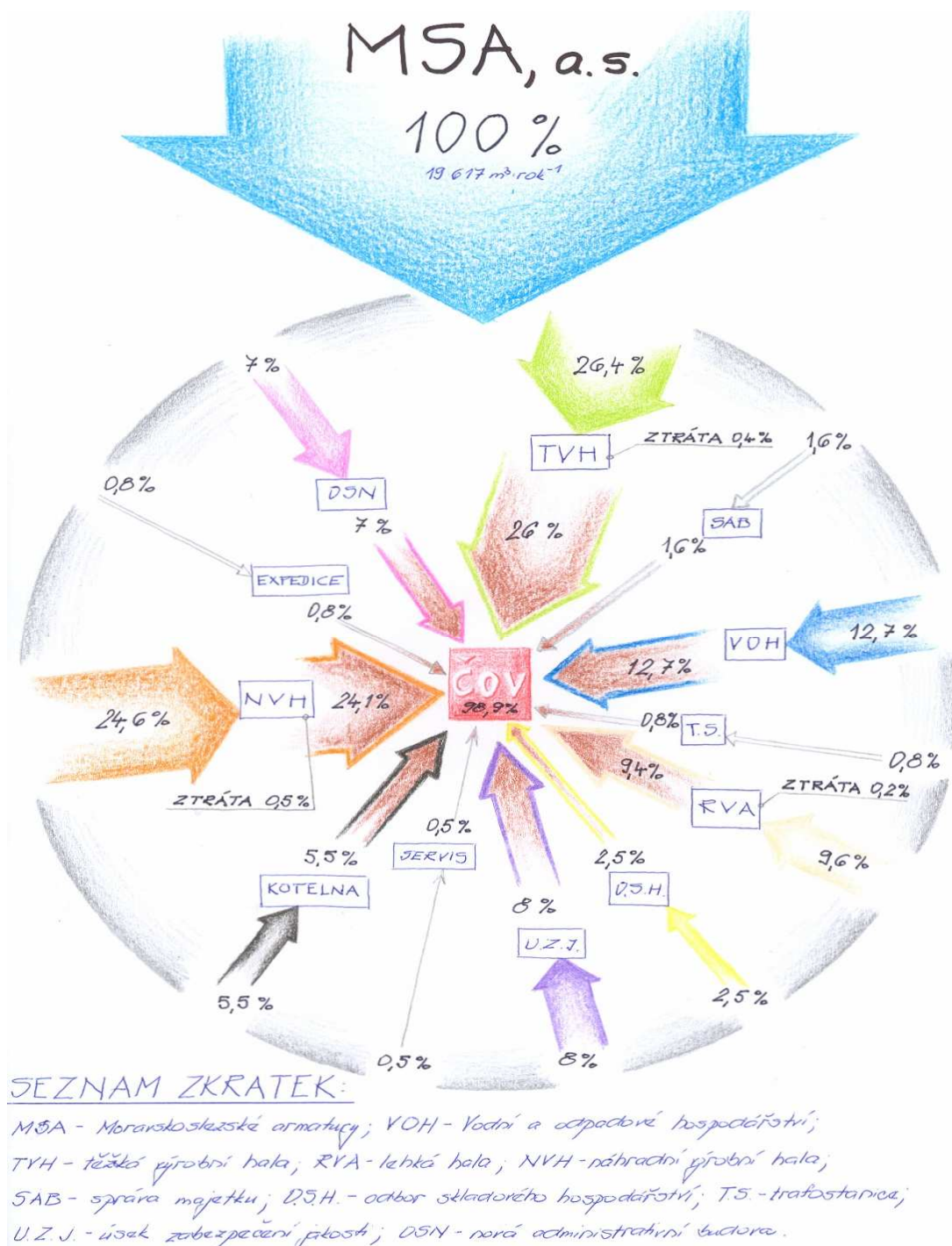


Obr. 13 – Sankeyův diagram pro celý areál MSA, rok 2008

V 90 letech nastal prudký pokles spotřeby pitné vody (v důsledku oprav vodovodního potrubí a následně snížením počtu pracovníků v areálu). Rok od roku spotřeba vody klesá, i díky cirkulačnímu vodnímu

hospodářství.

V současné době je spotřeba stabilizovaná na průměrné hodnotě vody cca 30 000 m³ za rok. Jedná se o vody z průmyslového areálu charakteru splaškových vod – vody ze sociálních zařízení, kuchyně, kancelářských prostor. Pro výrobní činnost se voda používá k přípravě emulzí, výrobě páry a zkoušení armatur. Tyto činnosti tvoří uzavřené okruhy bez odtoku do kanalizace.



Obr. 14 – Sankeyův diagram pro MSA, a.s. Dolní Benešov, rok 2008

6.4 Způsob řešení oddělení dešťových vod

V nové části závodu je oddílná splašková a dešťová kanalizace. Dešťové vody jsou svedeny dešťovou kanalizací do dešťové zdrže.



V bezdeštném období je do ní zajištěn nepřetržitý přítok podzemní vody $0,8 \text{ l.s}^{-1}$ (tj. $\varnothing 70 \text{ m}^3.\text{den}^{-1} \rightarrow 490 \text{ m}^3.\text{týden}^{-1} \rightarrow 2\,100 \text{ m}^3.\text{měsíc}^{-1}$). Dešťová zdrž je obehnaná zábradlím a vybavena čtyřmi pochůznými ocelovými můstky.

Dešťová zdrž slouží jako sedimentační nádrž pevných částic.

Obr. 15 – Dešťová zdrž

Vyústní objekt do dešťové zdrže je v podobě betonové trouby DN 1000 mm. Dešťová zdrž je na začátku opatřena: dřevěnou nornou stěnou složenou z 9 ks dřevěných hranolů. Dešťová voda je kontrolována 4x ročně na přítomnost ropných látek.



Obr. 16 – Přítok do dešťové zdrže



Obr. 17 – Výtok z dešťové zdrže

Na konci dešťové zdrže je betonová přepadová hrana, v ní je zabudován regulátor vypouštění ve formě plastové trubky DN 100 mm, umístěný 1150 mm pod korunou přepadové hrany. Za touto betonovou zídou je soutok dešťové vody a vody z kalových polí (tato voda je biologicky vyčištěna vlivem kořenové vegetační funkce kalových polí). Odtud odtéká takto

„smíšená“ voda betonovou troubou Ø 1000 mm do recipientu Opusta. Její množství není měřeno.

Plocha hladiny dešťové zdrže je 144 m². Objemová kapacita dešťové zdrže je 410,4 m³, hloubka je 3,85 m. Při vydatných přívalových deštích, kdy voda z dešťové zdrže nestačí odtékat trubkovým regulátorem, je schopna zdrž pojmout objem až 576 m³ vlivem přepadové hrany a hladina vody vystoupá na max. výšku 5 m. Tvar dna, složeného z šikmých ploch, určuje dešťové zdrži železobetonová konstrukce B 250 – V4. Viz příloha 1 – Výkres dešťové zdrže (řez A – A'). [16]

7 HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVOU VODOU V MSA, a.s.

Plán podniku, zakreslení odvodňovaných ploch – viz výkres situace MSA, a.s. Dolní Benešov (příloha č. 2).

7.1 Zisk dešťové vody (objem, který mám k dispozici)

Výpočet pomocí známého vzorce

$$Q_d = A \cdot \Psi \cdot H_s$$

7.1.1 Jímací plocha „A“

= plocha střech + plocha zpevněná (komunikace)

Tab. 5 – Jímací plocha střech v nové části závodu

PLOCHA STŘECH v m ²		
	bitumenové	pozinkované
obj.314	/	873
obj.150	/	1098
NVH	10 920	/
TVH	10 502,50	/
obj.151	471,5	/
obj.320	512	/
obj.315	484	/
obj.316	242	/
obj.110 113 114 115	1217	/
obj.321	703	/
obj.144	168	/
obj.145 214	947	/
obj.116	1184	/
Σ	27 351	1971

Celková plocha
střech
= 29 322 m²

Tab. 6 – Zpevněné a nezpevněné plochy v nové části závodu

Celková plocha odvodňované nové části = 115 127,255 m ²
Plocha zatravnění = 31 750 m ²
Střešní plochy = 29 322 m ²
Zpevněné plochy = 54 055,255 m ²
plocha dešťové zdrže = 144 m ²
JÍMACÍ PLOCHA = 83 377,255 m²

7.1.2 Koeficient odtoku Ψ

Tab. 7 – koeficienty odtoku

a) pozinkovaný plech	$\Psi = 0,7$
b) bitumenové střešní pásy (lepenka)	$\Psi = 0,7$
c) komunikace (asfalt)	$\Psi = 0,8$

7.1.3 Srážkový úhrn H_s

Hodnoty měsíčních srážkových úhrnů z hydrometeorologické stanice Děhylov. Informace mi byly poskytnuty ČHMÚ Ostrava – Poruba.

Tab. 8 – Srážkový úhrn v dané lokalitě pro rok 2008, Průtok vody dešťovou zdrží

		PRŮTOK VODY DEŠŤOVOU ZDRŽÍ v litrech				
ROK 2008	Srážkový úhrn v mm	Odvodňované plochy		spadlé srážky do zdrže	podzemní voda	celkem
		střechy	komunikace			
leden	29,3	601394	1267055	4219	2170000	4042669
únor	10,7	219622	462713	1541	1960000	2643876
březen	31,2	640392	1349219	4493	2170000	4164104
duben	45,8	940063	1980585	6595	2100000	5027243
květen	97,8	2007384	4229283	14083	2170000	8420750
červen	43,3	888750	1872474	6235	2100000	4867459
červenec	168,0	3448267	7265026	24192	2170000	12907485
srpen	85,6	1756974	3701704	12326	2170000	7641005
září	82,9	1701556	3584945	11938	2100000	7398438
říjen	25,7	527503	1111376	3701	2170000	3812580
listopad	17,7	363300	765422	2549	2100000	3231271
prosinec	43,3	888750	1872474	6235	2170000	4937459
Σ rok	681,3	13983955	29462276	98107	25550000	69094338

Vysoká hladina podzemní vody má za následek neustálé naplňování dešťové zdrže podzemní vodou a to o objemové intenzitě 0.8 l.s⁻¹ (tj. Ø 70 m³.den⁻¹ → 490 m³.týden⁻¹).

Za rok 2008 tedy dešťovou zdrží protéklo více jak 69 094 m³ vody (srážkové + podzemní).

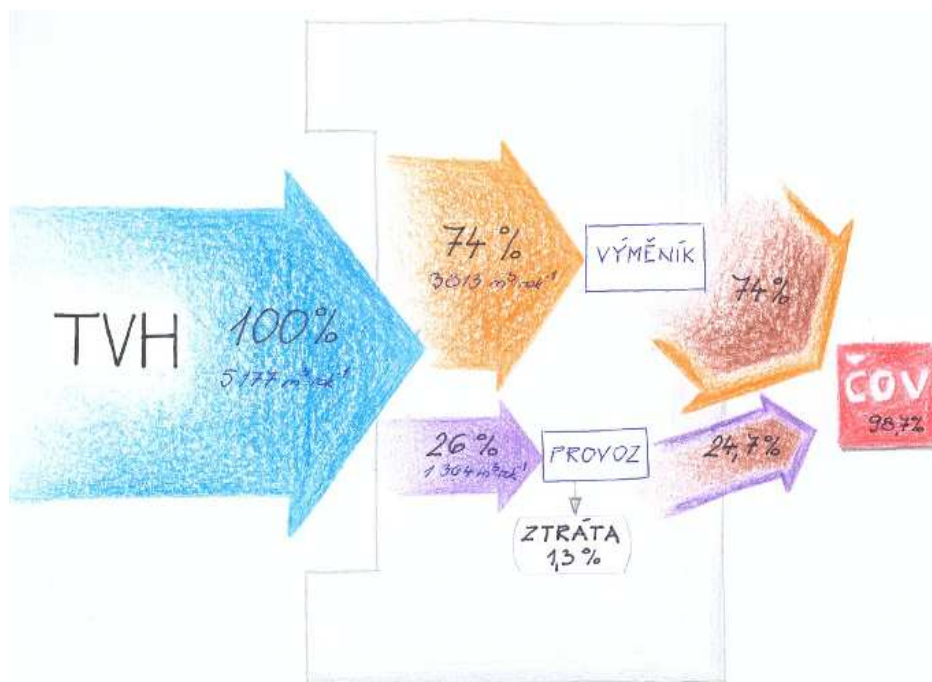
7.2 Potřeba vody za rok 2008 pro Těžkou výrobní halu (TVH)

V těžké výrobní hale se během všedního pracovního dne vystřídá 150 zaměstnanců. Z toho $\frac{2}{3}$ zaměstnanců navštěvuje první pracovní směnu (od 6 do 14 hod.) a zbylá $\frac{1}{3}$ druhou směnu (14 – 22 hod.). Pracovní provoz v TVH je tedy dvousměnný týdenní (ranní a odpolední směna) a jednosměnný sobotní (pouze ranní směna). V neděli se zde nepracuje. Z toho vyplývá: 20x dvousměnný pracovní den a 4x jednosměnná sobota, tj. zhruba 22 x 2směnných dnů.

Těžká výrobní hala se specializuje na obrábění, pískování a pozdější postřik armatur, na montáž kulových uzávěrů, na svařování a na tlakové zkoušky armatur.

Potřeba provozní vody v této hale je k chlazení svařovacích automatů a k tlakovým zkouškám armatur vodou.

Voda pro sociální účely a osobní hygienu je v tabulce 9 označena jako výměník. Tepelný výměník (tzv. bojler) – jedná se o dvě horizontální válcové nádoby o objemu 2 x 4 m³, vyhřívající pomocí plynových kotlů či blízké kotelny vodu pro pozdější koupání a mytí.



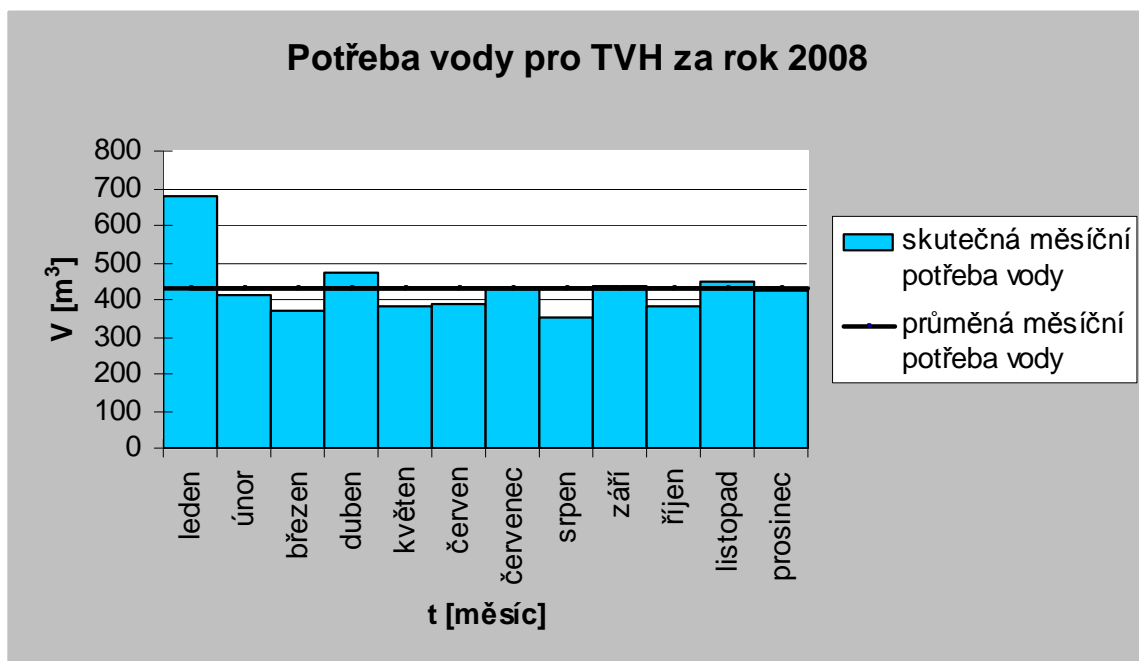
Obr. 18 – Sankeyův diagram pro TVH (rok 2008)

Tab 9 Potřeba vody pro TVH v [m³]

rok 2008	TVH výměník	TVH provoz	TVH celkem
leden	550	128	678
únor	328	82	410
březen	265	107	372
duben	366	109	475
květen	284	97	381
červen	271	119	390
červenec	301	128	429
srpen	251	102	353
září	297	139	436
říjen	271	110	381
listopad	321	128	449
prosinec	308	115	423
Σ rok	3813	1364	5177
průměr	317,75	113,67	431,4166

Pozn: Vysoká lednová hodnota pro výměník je zapříčiněna porouchaným vodoměrem. Tato hodnota byla odhadnuta.

Graf 1 - Potřeba vody pro TVH za rok 2008



Průměrná měsíční potřeba vody pro TVH je 431,42 m³.

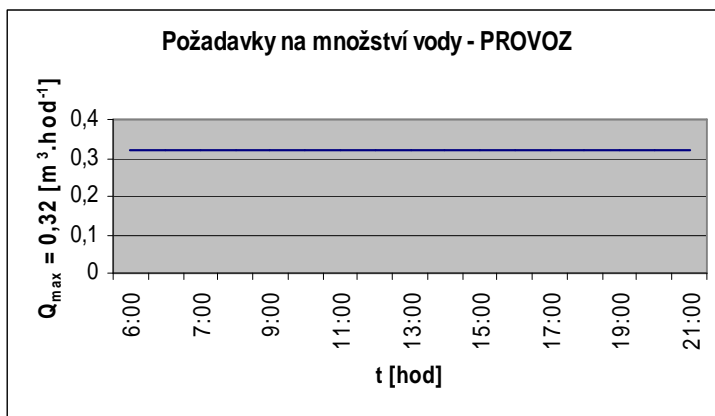
Graf 2 - Požadavky na množství vody pro osobní hygienu v průběhu 2směn. prac. dne



Největší poptávka po vodě osobní hygieny je na konci 1. směny v časovém intervalu 13:30 – 14:30. Její hodnota dosahuje $6,42 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$. V časovém intervalu od 6:00 do 13:30 je téměř konstantní poptávka po vodě z výměníku $0,43 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$.

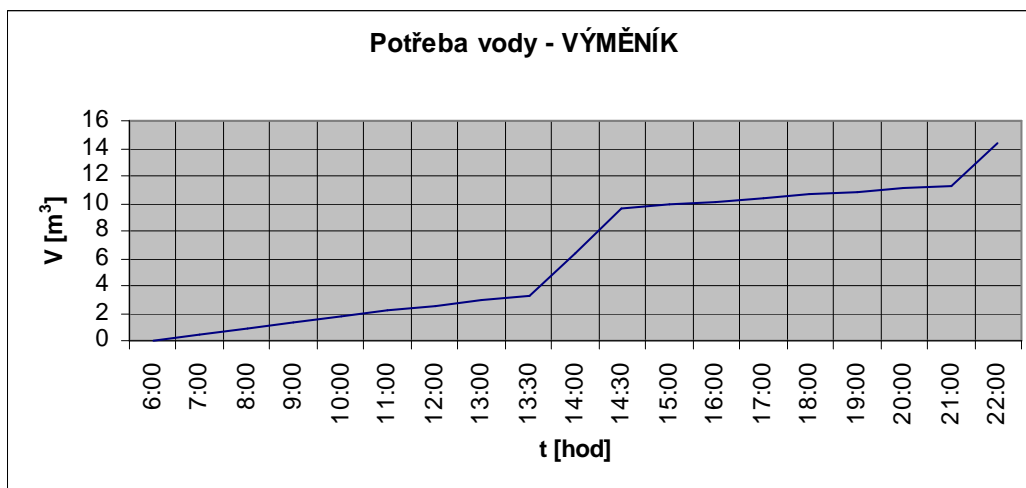
Druhá špička je na konci směny druhé mezi 21:00 – 22:00. Je za potřebí zhruba průtoku $3,21 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$. Mezi tím, tedy od počátku 2. směny, se poptávka po vodě pohybuje konstantní hodnotou $0,25 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$.

Graf 3 - Požadavky na množství provozní vody v průběhu 2směnného pracovního dne



Voda pro provoz je dodávána v konstantním množství po celý průběh 2směnného pracovního dne. Její hodnota se pohybuje v rozmezí $0,32 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$.

Graf 4 - Průběh potřební křivky vody pro osobní hygienu za 2směnný pracovní den

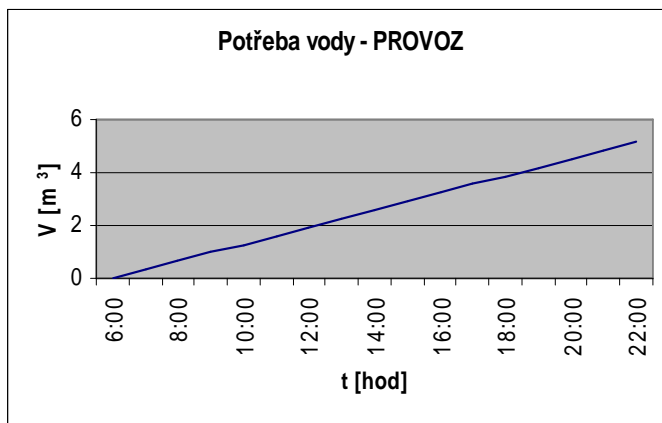


Z tohoto grafu lze vyčíst jak se voda pro osobní hygienu v TVH od začátku první směny až po konec druhé směny spotřebovává.

Od 6 hod. potřeba vody pozvolně stoupá až po konec 1. směny (13:30) – v tomto prvním bodě zlomu je spotřeba $3,21 \text{ m}^3$ a rapidně stoupá vlivem postupného koupání 100. pracovníků až do 14:30 – zde je spotřeba už $9,63 \text{ m}^3$. Tudíž se pro osobní hygienu sta pracovníků spotřebuje $6,42 \text{ m}^3$ vody (tj. $64 \text{ l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$).

V počátku průběhu druhé směny následuje opět pozvolné stoupaní potřeby vody. Když už je spotřeba vody na hodnotě asi $11,24 \text{ m}^3$ nastane další zlom. Ten je zapříčiněn koncem 2. směny (21:00), kdy se 50 pracovníků začne chodit koupat. Spotřeba vody 50. pracovníky je tedy $3,21 \text{ m}^3$. Po konci této osobní hygieny (22:00) dosahuje denní dvousměnná spotřeba vody $14,44 \text{ m}^3$.

Graf 5 - Průběh potřební křivky vody pro provoz za 2směnný pracovní den



Potřeba provozní vody během dne lineárně stoupá. Na konci 1. směny (14:00) se spotřeba odhaduje na $2,58 \text{ m}^3$. Na konci směny druhé (22:00) je tedy celková spotřeba provozní vody za dvousměnný pracovní den $5,17 \text{ m}^3$.

19,6 m³ za dvousměnný pracovní den. Tato hodnota je objem vody potřebný pro osobní hygienu pracovníků a pro technologický provoz, který bude zaměstnancům v TVH nutno každý dvousměnný pracovní den dodat a budeme se podle ní řídit.

Připadá v úvahu, že dojde ke ztrátám vody při čerpání, dopravě a úpravě, proto bude nutné upravit více dešťové vody, než vychází podle výpočtu.

7.3 Porovnání vzorků vody z dešťové zdrže s Nařízením vlády

č. 61/2003 Sb. (Příloha č. 3: Imisní standardy: ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod)

Imisní standardy pro užívání vody pro vodárenské účely, pro koupání osob a pro lososové a kaprové vody se vztahují k místu odběru vody pro úpravu na pitnou, místu pozorování koupání, respektive k úseku vodního toku stanoveného jako lososová nebo kaprová voda. [14]

Tab 10 – Analýza vzorků

Mikrobiologické parametry	výsledek	jednotka	požadavky	Vyhodnocení
<i>Escherichia coli</i>	15	KTJ/100 ml	3	N
koliformní bakterie	120	KTJ/100 ml	200	V
enterokoky	2	KTJ/ml	1	N
<i>Salmonella</i>	negativní/ 10 ml	-	-	V
termotolerantní kolif.bakt.	27	KTJ/ml	40	V
Biologické parametry	výsledek	jednotka	požadavky	Vyhodnocení
<i>abioseston - tripton</i>	3	%	10*	V
<i>živé organismy</i>	0	jedinci/ml	0*	V
<i>počet organismů</i>	36	jedinci/ml	50*	V
Fyzikální parametry	výsledek	jednotka	požadavky	Vyhodnocení
<i>barva</i>	< 5	mgPt/l	20*	V
<i>konduktivita (25 °C)</i>	49,4	mS/m	125*	V
<i>pH - reakce vody</i>	8,2	-	6,5 až 9,5*	V
<i>zákal</i>	6,1	ZFn(NTU)	5*	N
Anorganické parametry	výsledek	jednotka	požadavky	Vyhodnocení
CHSK - Cr	8,172	mg/l	35	V
BSK ₅	3,756	mg/l	6	V
chloridy (Cl ⁻)	8,832	mg/l	250	V
fosforečnany (PO ₄ ³⁻)	< 0,040	mg/l	3,5*	V
sírany (SO ₄ ²⁻)	70,2	mg/l	300	V
<i>amoniak a amonné ionty</i>	0,102	mg/l	0,5	V
<i>dusičnanový a dusitanový dusík</i>	1,96	mg/l	7	V

<i>dusitany</i>	0,284	mg/l	0,5*	V
<i>dusičnany</i>	8,28	mg/l	50*	V
Souhrnné parametry	výsledek	jednotka	požadavky	Vyhodnocení
tenzidy aniontaktivní	0,1127	mg/l	0,6	V
tvrdost (Ca+Mg)	1,27	mmol/l	0,9 - 5*	V
Celkové kovy / hlavní kationty	výsledek	jednotka	požadavky	Vyhodnocení
Cd	< 0,002	mg/l	0,0007	-
Co	< 0,002	mg/l	0,007	V
Cr	< 0,002	mg/l	0,035	V
Cu	0,00374	mg/l	0,025	V
Fe	0,181	mg/l	2	V
Hg	< 0,02	mg/l	0,0001	-
Mn	0,166	mg/l	0,5	V
Ni	< 0,005	mg/l	0,04	V
<i>P_{celk}</i>	0,05	mg/l	0,05	V
Pb	< 0,01	mg/l	0,0144	V
Zn	0,2057	mg/l	0,16	N
Rozpuštěné kovy / hlavní kationty	výsledek	jednotka	požadavky	Vyhodnocení
Ca	40,59	mg/l	250	V
Mg	9,405	mg/l	150	V
Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)	výsledek	jednotka	požadavky	Vyhodnocení
benzo(b)fluoranthén	< 0,004	µg/l	0,06	V
benzo(k)fluoranthén	< 0,002	µg/l	0,06	V
benzo(a)pyren	< 0,002	µg/l	0,1	V
benzo(g,h,i)perylene	< 0,003	µg/l	0,03	V
indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0,003	µg/l	0,03	V
PCB +)	výsledek	jednotka	požadavky	Vyhodnocení
suma 7 PCB (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)	< 0,0073	µg/l	0,012	V

[17]

Značky: V... Vyhovuje, N... Nevyhovuje

+)... 7 kongenerů PCB, v ČR to je 7 indikátorových kongenerů:

PCB 28 (2, 4, 4' - trichlorobifenyl), PCB 52 (2, 2', 5, 5' - tetrachlorobifenyl), PCB 101 (2, 4, 5, 2', 5' - pentachlorobifenyl), PCB 118 (2, 3', 4, 4', 5 - pentachlorobifenyl), PCB 138 (2, 2', 3, 4, 4', 5' - hexachlorobifenyl), PCB 153 (2, 2', 4, 4', 5, 5' - hexachlorobifenyl) a PCB 180 (2, 2', 3, 4, 4', 5, 5' - heptachlorobifenyl). Součet jejich koncentrací se matematicky blíží celkovému obsahu PCB v dané matrici.

*... porovnání vzorku s Vyhláškou Mze 252/2004 Sb. „Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu...“ [15]

Vzorky vody z dešťové zdrže byly odebrány: první 26.11.2008 a odvezeny k *základnímu rozboru* do chemické laboratoře (tyto ukazatele jsou v tabulce označeny kurzívou). Kvůli doplňujícím ukazatelům byl odebrán druhý vzorek 23.3.2009 a též odvezen na analýzu do chemické laboratoře.

Přesažené hodnoty:

- **Zn** - požadavek $0,16 \text{ mg.l}^{-1}$ - výsledek měření $0,187 \text{ mg.l}^{-1} \pm 10 \%$ odchylka, tzn. rozmezí (0,1683; 0,2057); příčina: pozinkované střechy – možné řešení: jiná volba materiálu.
- **Zákal** přesáhl MH 5 o 1,1 ZFn; příčina: přívod prachu, pylu apod. z odvodňovaných ploch dešťovou kanalizací do dešťové zdrže – řešení: úprava vody pro hygienické a provozní účely prostou pískovou filtrací.

Druhou příčinou může být zvýšený obsah **Mn** a Fe – řešení: po prosté filtraci se do upravované vody vpraví oxidační činidlo (**KMnO₄**) a následně přefiltruje přes filtr na zachycení, ve vodě nerozpustného Mn^{4+} . Dávka činidla by se stanovila laboratorní zkouškou.

Pozn.: S kompetentní osobou podniku MSA, a.s. jsme došli k závěru, že pro potřeby závodu postačí prostá písková filtrace. Proto se v následujících krocích práce zabývám pouze úpravou vody pomocí pískové filtrace.

- **Mikrobiologické parametry**; příčina: splach mikroorganismů z odvodňovaných ploch, dále pak - řasy, mechy na stěnách dešťové zdrže – řešení: 1. krok - celková očista dešťové zdrže od zelených porostů, 2. krok - úprava vody desinfekcí (chlor či UV-lampa).

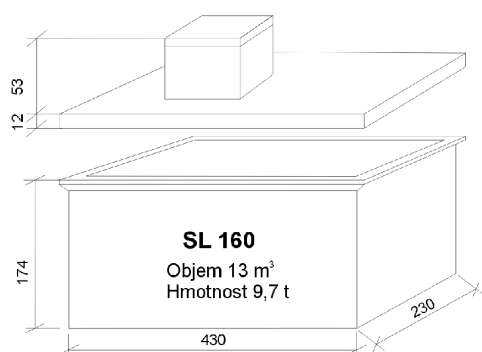
8 PŘEHLED PRODUKTŮ POTŘEBNÝCH K NÁVRHU ŘEŠENÍ

8.1 Zásobníky

Na akumulaci vody si lze vybrat zásobník dle účelu použití, materiálu, objemové kapacity, provedení - nádrže samonosné, k obsypání nebo obetonování proti spodní vodě, a v neposlední řadě podle cenové dostupnosti.

Firmy nabízející akumulční zásobníky, ze kterých lze vybrat, jsou např.:

R – plast, fa bazény- nádrže, Belis a další.



Výběr: jde o železobetonovou jímku, kterou není nutno obetonovávat a zároveň je odolná proti spodní vodě, která se v okolí jejího uložení bude nacházet.

Obr. 19 – ŽB jímka, objem 13 m³

[12]

8.2 Pískové filtry

Jsou určeny k odstranění mechanických nerozpuštěných látek z vody. Pro průmysl lze užít tlakových pískových filtrů s náplní křemičitého písku.

Firmy nabízející tlakové pískové filtry, např.: Optimor, Aqua produkt, ProMinent.

Pro variantu A (viz níže) se hodí *tlakový pískový filtr typu KF 1465*:



Obr. 20 – Tlak. pískový filtr

Výkon 2 m³.h⁻¹. Rozměry 1850 / 400 / 400. Filtrační plocha 0,16 m². Spotřeba prací vody 3,4 m³.h⁻¹.

Pro variantu B (viz níže) se hodí *tlakový pískový filtr typu KF 2160*: Výkon 4,4 m³.h⁻¹. Rozměry 1850 / 600 / 600. Filtrační plocha 0,36 m². Spotřeba prací vody 7,8 m³.h⁻¹.

[10]

8.3 Desinfekce

Lze ji zajišťovat několika způsoby, buď s vpravením chemikálií do vody – např. chlor, nebo bez chemických přísad např. slunečním zářením. Mezi nejznámější patří: desinfekce chlorem nebo jeho sloučeninami, UV – lampou, ozónem, ionty stříbra - Sagen (obchodní název).

Kvůli zásaditému pH vody (8,2) v dešťové zdrži jsem se rozhodl pro desinfekci plynným chlorem. Po smísení Cl_2 s molekulami vody totiž vzniká: HClO (kys. chlorná), mající desinfekční účinek a jako vedlejší produkt vzniká HCl , která pH snižuje. Dávkovací množství Cl_2 se stanoví na základě výsledku rozboru (koncentrace zbytkového chloru ve vodě by měla být - 0,2 – 0,5 mg.l^{-1}).

Dále je nutno vybrat dávkovací zařízení (tzv. chlorátor), které bude z tlakové lahve podtlakem vpravovat Cl_2 smíchaný s vodou (chlorová voda) do protékající upravované vody.

Firem, které tyto dávkovače nabízejí je spousta. Např. Aqua produkt, UČV a.s., Asio.

ČSN 75 5050 – „Hospodaření pro desinfekci ve VH provozech“. Podle této normy musí být pracoviště, kde se používá a dávkuje plynný chlor, náležitě vybudované a vybavené.



Obr. 21 – Desinfekční dávkov. stanice

Pozor: Nadávkována chemikálie musí min. 20 minut působit!, proto se dávkovací zařízení doplňuje o rozmíchávací tlakovou nádobu o objemu 100 l (Varianta B).

[11]

8.4 Ostatní vybrané produkty

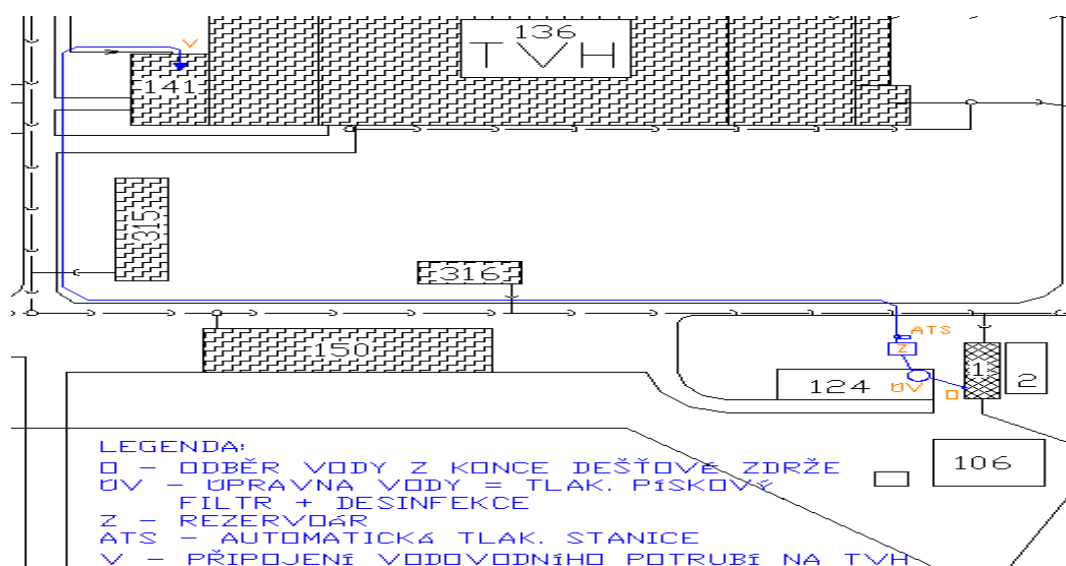
Vodu z dešťové zdrže bude k úpravě čerpat hydrodynamické samonasávací čerpadlo (lopatkové radiální - odstředivé) – $H = 6 \text{ m}$, Varianta A: $Q = 0,5 \text{ l.s}^{-1}$, Varianta B: $Q = 1 \text{ l.s}^{-1}$ (čerpadlo s proměnlivou rychlostí dle potřeby množství čerpané vody).

K vyrovnání tlaku ve vodovodním potrubí poslouží automatická tlaková stanice s dvěma článkovými čerpadly (s proměnlivou rychlostí) a frekvenčním měničem – o výkonu $30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ a tlaku 4 bary. Firmy s čerpadly a AT stanicemi jsou např. fa KaHa, KSB pumpy a další.

Pozn: čerpadlo, filtr a desinfekční stanice budou osazeny v objektu deemulgační stanice, kde jsou v přízemí potřebné prostory na jejich umístění.

Potrubí za AT stanicí bude mít DN 100 mm a veškeré potrubí před tlak. stanicí bude mít DN 2" (cca 50 mm). Půjde o tlakové vodovodní potrubí z PE.

Vedení potrubí: Pod povrchem v nezámrazné hloubce (pro ČR: 800-1200 mm).

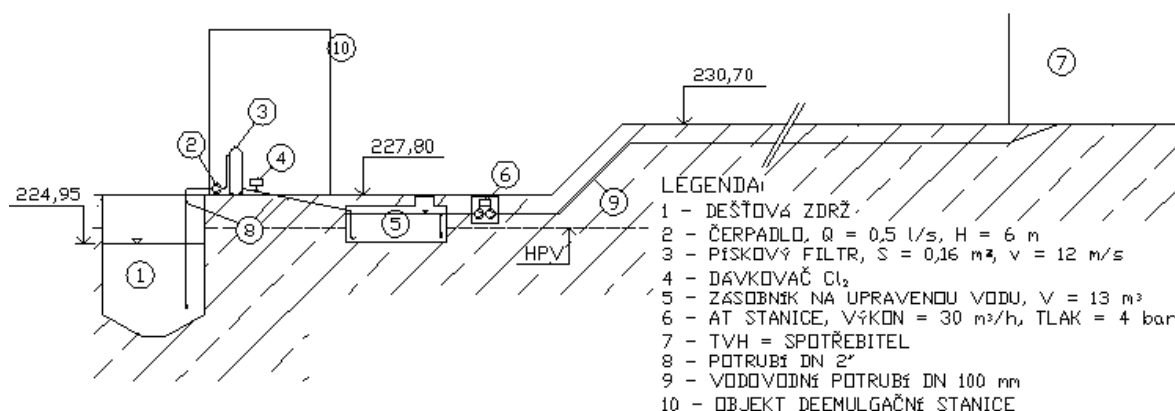


Obr. 22 – Ukázka vedení potrubí z dešťové zdrže až k TVH

Rozvody na upravenou vodu - celková délka venkovního potrubí bude cca 300 m + rozvody, které je nutno nainstalovat v TVH.

9 NÁVRHY

9.1 Varianta A - se zemním zásobníkem



Obr. 23 – Schéma varianty A

9.1.1 Popis

V noci, po konci pracovního dne upravím 13 m^3 dešťové vody přes tlakový pískový filtr (jmenovitý výkon $2 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$) + desinfekce chlorem. Úprava bude trvat všeho všudy 7 hodin. Prání filtru - upravenou vodou ze zásobníku, nebo jiného zdroje (pitná voda). Odtok při praní bude odveden na blízkou ČOV.

Upravenou vodu akumulují v 13 m^3 zásobníku. Do výměníku v TVH $2 \times 4 \text{ m}^3$ přečerpám 8 m^3 upravené vody k zahřátí na požadovanou teplotu. Tato voda bude sloužit pro hygienickou potřebu pracovníků na konci 1. směny. Ihned po přečerpání vody do výměníku se začne upravovat dalších 8 m^3 vody z dešťové zdrže (upraví se během 4. hodin) a tím se doplní zásobník upravenou vodou. V zásobníku, během této druhé úpravy, je pořád 5 m^3 upravené vody, kterou je možno pokrýt zbytek potřeb 1. směny. Zbylých 8 m^3 upravené vody co máme již v zásobníku, bez problémů pokryje potřebu vody pro 2. směnu. (Část, asi 4 m^3 přečerpáme do výměníku a zahřejeme – to bude stačit pro osobní hygienu pracovníků druhé směny a zbylé množství upravené vody ze zásobníku se využije k dalším potřebám 2. směny). Tento systém mi zaručí pokrytí požadavků na vodu (20 m^3) během 2směnného pracovního dne v TVH.

9.1.2 Ekonomické zhodnocení

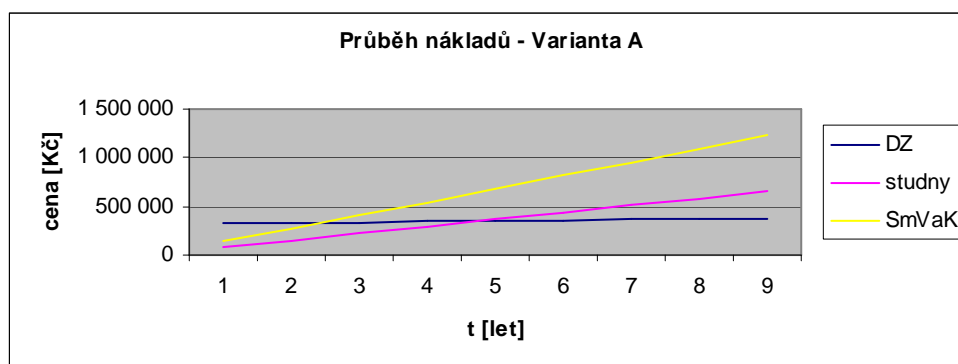
Zásobník	52 000,-
Filtr	42 000,-
Dávkovač	24 600,-
Potrubí k i v TVH	141 000,-
Ponorné čerpadlo	10 000,-
AT stanice	49 000,-
Celkem	318 600 Kč

9.1.3 Vyhodnocení varianty A

Tab. 11 – Možné zdroje MSA, a.s. a jejich cenové porovnání

Zdroj	Kč/m ³	roční zdražení
ze studní	14	3,0%
z SmVaK	26,26	8,0%
z DZ	1,3	3,0%
Potřeba pro TVH za rok – cca 5177 m ³ .		

Graf 6 – Průběh nákladů – Varianta A

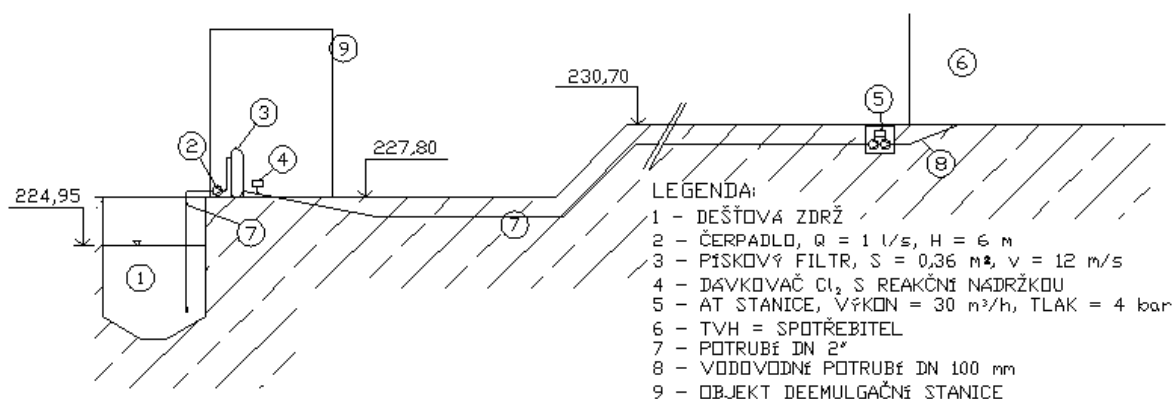


Tab. 12 – Průběh nákladů – Varianta A

Průběh nákladů (rok)	1	2	3	4	5	6	7	8
z DZ	318 600	325 500	332 400	339 300	346 200	353 100	360 000	366 900
ze studní	72 500	145 000	217 500	290 000	362 500	435 000	507 500	580 000
z SmVaK	135 950	271 900	407 850	543 800	679 750	815 700	951 650	1 087 600

Jelikož má MSA, a.s. své vlastní studniční zdroje pitné vody, porovnávám je tedy s nimi. Investiční náklady za provoz a za zařízení pro využití dešťové vody z dešťové zdrže by se vrátily do pěti let.

9.2 Varianta B - bez zásobníku



Obr. 24 – Schéma varianty B

9.2.1 Popis

V tomto návrhu šlo o řešení systému zásobování bez zásobníku, kde tepelný výměník pro koupání v TVH bude sloužit jako „zásobník“ ($2 \times 4 \text{ m}^3$) a o umístění AT stanice až u TVH. Bude zapotřebí oproti variantě předešlé zvětšit kapacitu tlakového pískového filtru (jmenovitý výkon $4,4 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) a zvýšit výkon ponorného čerpadla na $1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Typ AT stanice zůstává stejný ($30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, 4 bary).

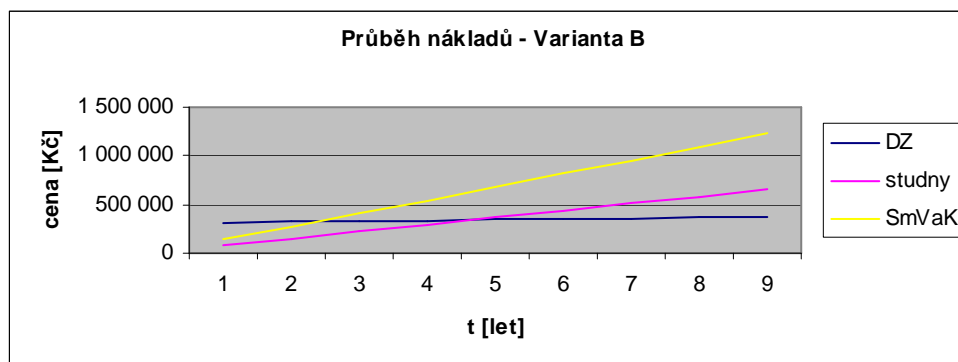
Tento systém zaručí dodávku potřebného množství upravené vody do TVH a zbude dostatečný čas na zahřátí vody ke sprchování.

9.2.2 Ekonomické zhodnocení

Filtr	76 000,-
Dávkovalč s reakční nádrčkou	26 000,-
Potrubi k i v TVH	141 000,-
Ponorné čerpadlo	20 000,-
AT stanice	49 000,-
Celkem	312 000 Kč

9.2.3 Vyhodnocení varianty B

Graf 7 – Průběh nákladů – Varianta B

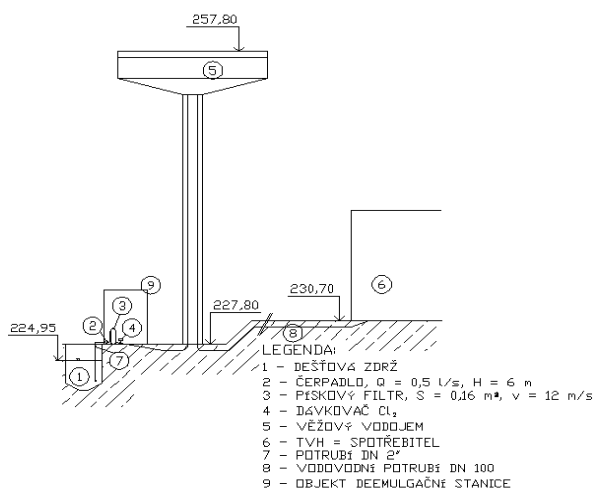


Tab. 13- Průběh nákladů – Varianta B

Průběh nákladů (rok)	1	2	3	4	5	6	7	8
z DZ	312 000	318 900	325 800	332 700	339 600	346 500	353 400	360 300
ze studní	72 500	145000	217500	290000	362500	435000	507500	580000
z SmVaK	135 950	271900	407850	543800	679750	815700	951650	1087600

Náklady na toto variantní uskutečnění by se vrátily za necelých 5 let.

9.3 Varianta C - věžový vodojem



Obr. 25 – Schéma varianty C

Tuto variantu pouze zmíním, jelikož by se jednalo o obrovské investice do ní vložené.

Věžový vodojem by dosahoval výšky cca 30 m. Náklady tohoto vodohospodářského díla do sebe zahrnují nejen cenu vodojemu, ale i potřebné zemní práce v úrovni hladiny podzemní vody.

10 ZHODNOCENÍ VARIANT

Všechny tři varianty nám zaručí potřebný tlak ve vodovodním potrubí pro TVH.

Náklady na realizaci varianty A (se zemním zásobníkem) by dosahovaly hodnot 318 600 Kč. K podobné hodnotě by se došlo při výběru varianty B (bez

zásobníku) 312 000 Kč. Varianta C předešlé dvě varianty astronomicky převyšuje, jak po stránce objemové, tak finanční (cena odhadem - přes 1 milión Kč).

Vybíral bych tedy z prvních dvou návrhů. Osobně bych se přiklonil k variantě B - bez zásobníku, protože by odpadly výkopové práce pro osazení ŽB zásobníku v úrovni tamní hladiny podzemní vody.

11 ZÁVĚR

Hospodařit s vodou je možno tehdy, mám-li její určité množství k dispozici a to v požadované kvalitě ve vztahu k užití a mám-li zařízení k její dopravě z místa zdroje do místa spotřeby.

Strojírenský průmyslový podnik MSA má starou část závodu (západní) s jednotnou kanalizací a novou část závodu (východní) s oddílnou kanalizací. Zabýval jsem se využitím vody z dešťové zdrže (DZ), do které je přiváděna oddílnou stokovou sítí srážková voda + z podzemí voda spodní (průběžně $0,8 \text{ l.s}^{-1}.\text{den}^{-1}$, tj. $70 \text{ m}^3.\text{den}^{-1}$). DZ slouží jako sedimentační nádrž k zachycování pevných částic před vtokem do potoka Opustý. Nová část závodu zásobuje střešními plochami – $29\,322 \text{ m}^2$ a zpevněnými komunikačními plochami $54\,055 \text{ m}^2$ dešťovou zdrž. Za rok 2008 jí proteklo asi 69 tis. m^3 vody (což je v průměru 189 m^3 za den).

Voda z této zdrže by měla zásobovat Těžkou výrobní halu (TVH) se 150 zaměstnanci s potřebou vody cca $5\,200 \text{ m}^3$ za rok. Voda by byla využívána ke koupání pracovníků, k chlazení svařovacích automatů a ke zkouškám armatur vodou.

Čerpání vody z konce DZ bude zajišťovat samonasávací čerpadlo (s TI hadice proti zamrznutí, s výkonem: varianta A a C – $0,5 \text{ l.s}^{-1}$, varianta B – 1 l.s^{-1}). Kvalita vody ze zdrže splňuje dle Nařízení vlády 61/2003 Sb., příloha 3, požadavky na využití pro TVH. Upravil by se pouze zákal přes tlakový pískový filtr a mikrobiologické znečištění by se odstranilo vhodnou dávkou chloru. U varianty A by se takto upravená voda akumulovala v zemním zásobníku o objemu 13 m^3 . Varianta B – bez zásobníku by využila stávajícího tepelného výměníku ($2 \times 4 \text{ m}^3$) v TVH jako zásobníku. U těchto dvou variant poslouží k vyrovnání tlaku v nově vybudovaném vodovodním řadu AT stanice o výkonu $30 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$, 4 bary.

Potrubí bude z PE o DN 2“ a 100 mm. Uloženo v nezámrazné hloubce 800 mm pod úrovní terénu. Délka potrubí od DZ k TVH je cca 300 m. Bylo by nutné vybudovat i nové rozvody uvnitř TVH pro upravenou dešťovou vodu, aby nedošlo ke kontaktu se stávající pitnou vodou.

Ceny variant A a B jsou téměř shodné o hodnotě 320 000 Kč. Obě s návratností do pěti let. Kdežto varianta C – s věžovým vodojemem by byla finančně dosti náročná.

Podnik MSA má ve svém areálu dva vlastní studniční zdroje s úpravnou vody + záložní zdroj v pohotovosti od SmVaK. Proto podnik zatím nepociťuje problém s vodním hospodářstvím. Využití vody z DZ by bylo realizovatelné, ale musely by se zhodnotit náklady, týkající se výkopů na uložení potrubí, protože cena za běžný metr uložení potrubí záleží na rozsahu stavby a na vztahu mezi MSA a dodavatelem.

12 ZDROJE:

- [1] KYSELA, L. a kol.: *Vodní hospodářství v energetice*, Skripta VŠB - TU Ostrava 2000, 132 s, ISBN 80 – 7078 – 752 - X
- [2] KOS, Z. a ŘÍHA, J., *Vodní hospodářství 10*, 2. vydání, ČVUT Praha 2000, 142 s.,
- [3] HLAVÍNEK, P. a kol., *Příručka stokování a čištění*, 1. vydání, NOEL Brno 2000, 251 s., ISBN 80-86020-30-4
- [4] Karl – Heinz Böse: *Regenwasser für Garten und Haus*, (překlad Ján Struška a Šárka Hrdinová), 1. české vydání Ostrava, nakladatelství HEL 1999, 84 s., ISBN 80-86167-08-9
- [5] MUDROCH, L: *Legislativa v oblasti srážkové vody*, [online]. Marley [cit. 2007-12-10], Dostupné na WWW: <http://voda.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4533&h=220&pl=37>
- [6] CHALOUPKA, V.: *Srážkové vody a zákon o vodovodech a kanalizacích*, [online]. Marley [cit. 2006-12-13], Dostupné na WWW: <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3757>
- [7] DVOŘÁKOVÁ, D., *Využití dešťové vody (I) – Kvalita a čištění* [online], [cit. 2007 – 02 - 19], Dostupné na WWW: <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3902>
- [8] DVOŘÁKOVÁ, D., *Využití dešťové vody (II) – Možnosti použití dešťové vody a části zařízení* [online], [cit. 2007 – 03 - 12], Dostupné na WWW:

<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3962>

[9] DVOŘÁKOVÁ, D., *Využití dešťové vody (III) – Praktický příklad* [online], [cit. 2007 – 03 - 19], Dostupné na WWW: <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3981>

[10] fa ProMinent, *Pískové filtry* [online], Dostupné na WWW:

<http://www.prominent.cz/DesktopDefault.aspx/tabid-10797/>

[11] fa AQUA produkt, *Desinfekce vody* [online], Dostupné na WWW:

<http://www.aquaproduct.cz/dezinfekce-vody--davkovani-chemikalii-p>

[12] fa Belis, *Nádrže a jímky*, Dostupné na WWW: www.belis.cz/jimky

[13] *Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)*, [online], [k 15.3.2009]. Dostupné na WWW:

<http://voda.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4533&h=220&pl=37>

[14] *Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech*, Novela 229/2007 Sb., [online], [k 15.4.2009],

Dostupné na WWW: www.mze.cz/attachments/61_03.pdf

[15] *Vyhláška Mze 252/2004 Sb. „Vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody“*, [online],

[k 16.3.2009] Dostupné na WWW:

<http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=sb04252&cd=76&typ=r>

[16] VITÁSKOVÁ, A., *Kanalizační řád pro kanalizaci v areálu MSA, a.s. Dolní Benešov*

[17] ALS Laboratory Group, *Protokol o zkoušce*, chemická laboratoř Praha 9

[18] *Satelitní mapa* [online], Dostupné na WWW: <http://www.mapy.cz>

SEZNAMY OBRÁZKŮ, TABULEK, GRAFŮ A PŘÍLOH

Seznam obrázků:

- Obr. 1** – Koloběh vody v přírodě (str. 1),
- Obr. 2** – Cirkulační způsob zásobování vodou (str. 9),
- Obr. 3** – Průtočný systém zásobování vodou (str. 10),
- Obr. 4** – Postupný systém zásobování vodou (str. 10),
- Obr. 5** – Diagram ukázky množství možné náhrady pitné vody dešťovou vodou (str. 18),
- Obr. 6** – Příklad technického zařízení pro užívání dešťové vody (str. 25)
- Obr. 7** – Plastová bezešvá nádrž (str. 27),
- Obr. 8** – Plastová nádrž svařovaná (str. 27),
- Obr. 9** – Betonové nádrže (str. 28),
- Obr. 10** – Sklolaminátová nádrž (str. 28),
- Obr. 11** – Diagram pro stanovení velikosti zásobníku podle množství dešťové vody a využitelné střešní plochy (str. 31),
- Obr. 12** – Satelitní snímek MSA, a.s. Dolní Benešov (str. 32),
- Obr. 13** – Sankeyův diagram pro celý areál MSA (str. 35),
- Obr. 14** – Sankeyův diagram pro MSA, a.s. Dolní Benešov (str. 36),
- Obr. 15** – Dešťová zdrž (str. 37),
- Obr. 16** – Přítok do dešťové zdrže (str. 37),
- Obr. 17** – Výtok z dešťové zdrže (str. 37),
- Obr. 18** – Sankeyův diagram pro TVH (str. 40),
- Obr. 19** – Železobetonová jímka 13 m³ (str. 48),
- Obr. 20** – Tlakový pískový filtr (str. 48),
- Obr. 21** – Desinfekční dávkovací stanice (str. 49),
- Obr. 22** – Ukázka vedení potrubí od dešťové zdrže k TVH (str. 50),
- Obr. 23** – Schéma varianty A (str. 51),
- Obr. 24** – Schéma varianty B (str. 53),
- Obr. 25** – Schéma varianty C (str. 54);

Seznam tabulek:

- Tab. 1** – Zdroje znečištění dešťové vody (str. 11 - 12),

- Tab. 2** – Průměrné hodnoty znečištění dešťové vody rozpuštěnými organickými látkami (str. 21),
- Tab. 3** – Výhody a nevýhody zásobníků pro dešťovou vodu (str. 24),
- Tab. 4** – M – denní průtoky Q_{Md} v $[l.s^{-1}]$ potoka Opusta (str. 33),
- Tab. 5** – Jímací plochy střech v nové části závodu (str. 38),
- Tab. 6** – Zpevněné a nezpevněné plochy (str. 39),
- Tab. 7** – Koeficient odtoku (str. 39),
- Tab. 8** – Srážkový úhrn dané lokality pro rok 2008, Průtok vody dešťovou zdrží (str. 39),
- Tab. 9** – Potřeba vody pro TVH v $[m^3]$ (str. 41),
- Tab. 10** – Analýza vzorků (str. 45 - 46),
- Tab. 11** – Možné zdroje MSA, a.s. Dolní Benešov a jejich porovnání (str. 52),
- Tab. 12** – Průběh nákladů – Varianta A (str.52),
- Tab. 13** - Průběh nákladů – Varianta B (str. 54);

Seznam grafů:

- Graf 1** – Potřeby vody pro TVH (str. 41),
- Graf 2** – Požadavky na množství vody pro osobní hygienu v průběhu 2směnného pracovního dne (str. 42),
- Graf 3** – Požadavky na množství provozní vody v průběhu 2směnného pracovního dne (str. 42),
- Graf 4** – Průběh potřební křivky vody pro osobní hygienu za 2směnný pracovní den (str. 43),
- Graf 5** – Průběh potřební křivky vody pro provoz za 2směnný pracovní den (str. 43),
- Graf 6** – Průběh nákladů – Varianta A (str. 52),
- Graf 7** – Průběh nákladů – Varianta B (str. 54);

Seznam příloh:

- Příloha č. 1** – Stavební výkres dešťové zdrže (ŘEZ A – A'),
- Příloha č. 2** – Situace MSA, a.s. Dolní Benešov;